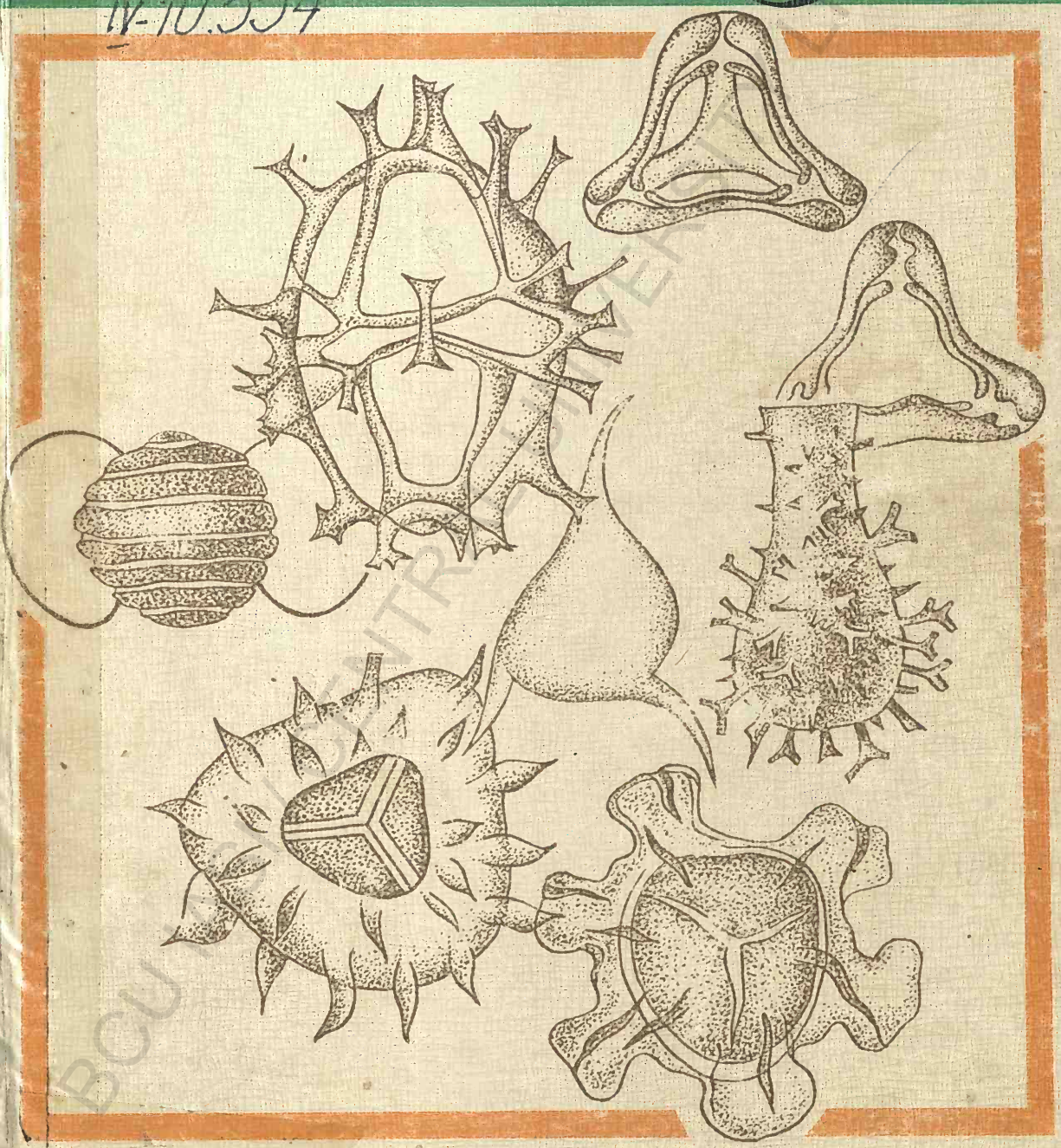
OVIDIU DRAGASTAN
JUSTINIAN PETRESCU
LEONARD OLARU

Palinologie

IV-10.554



BCU CENTRALA

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

DR. OVIDIU DRAGASTAN

DR. JUSTINIAN PETRESCU

DR. LEONARD OLARU

Palinologie

CU APLICAȚII ÎN GEOLOGIE

315659
B.C.U. IASI

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I. 34299
Biblioteca de Geologie-Geografie
T. IV_10554

Materialul a fost elaborat după cum urmează:
Ovidiu DRAGASTAN (coordonator): cap. I; cap. III, 2, 3, 4, 5; cap. IV, 2; anexa A; anexa C; anexa D, 2, 3, 4, 5.
Justinian PETRESCU: cap. II; cap. III, 6; cap. IV, 4; anexa B; anexa D, 1, 2, 4.
Leonard OLARU: cap. III, 1; cap. IV, 1, 3, anexa A; anexa D.

Referent ştiinţific: dr. Nicolae Balteş
Redactor: Viorela Anastasiu
Tehnoredactor: Petre Nazâru
Coperta: Victor Wegemann

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PREFAȚĂ

Studiul organismelor vegetale fosile, conservate în formațiuni geologice de diferite vîrste, a căpătat o amploare fără precedent în deceniile veacului nostru. Această cunoaștere a fost dictată, printre altele, de necesitatea punerii în valoare a unor substanțe minerale utile (mai ales nemetalifere) cu pondere crescîndă în impetuosul avînt economic al timpurilor moderne. Industriile bazate pe combustibili fosili au fost printre factorii determinanți ai acestei ascensiuni spre cunoașterea fosilelor vegetale. An de an, prin perfecționarea metodologiei de lucru, studiile palinologice au devenit indispensabile în lucrări de prospectare — explorare și exploatare — a zăcămintelor de cărbuni, petrol, gaze naturale, sare, ape subterane etc. Înseși interpretările genetice ale depozitelor cu cărbuni și hidrocarburi au căpătat valențe superioare prin utilizarea datelor ce decurg din investigarea materialului microfloristic. Se poate spune că cele mai spectaculoase rezultate au fost obținute în palinostratigrafia formațiunilor cristalofiliene, altădată sistematizate doar pe criterii geometrice sau petrografice.

În țara noastră, imperativele practice pentru descoperirea și conturarea zăcămintelor de hidrocarburi au permis stabilirea reperelor stratigrafice pentru întreaga succesiune de formațiuni din zonele de interes petrolier, cuprinsă între precambrianul superior și cenozoic inclusiv, în toate unitățile geologice de pe teritoriul românesc.

Sarcinile actuale din domeniul geologiei, legate de cunoașterea structurilor adînci, deci a formațiunilor traversate de foraje la 7 000—10 000 m adîncime, vor fi în parte rezolvate și prin aportul „Palinologiei".

Dragajele și forajele marine de pe platforme stabile sau de pe vase au deschis un nou cîmp de investigație în Palinologie, conturîndu-se deja aportul acestei discipline la elucidarea unor probleme de geologie marină.

Vizîndu-se tocmai latura practică a Palinologiei, în unele institute şi unităţi productive s-a dispus înfiinţarea de laboratoare palinologice la Bucureşti, Cluj-Napoca, Iaşi, Arad, Mediaş, care să servească nevoile imediate ale orizontării unor depozite sedimentare sau formaţiuni metamorfice, purtătoare de substanţe minerale utile.

Conştienţi de misiunea dificilă asumată, rămînem îndatoraţi referenţilor care au parcurs manuscrisul, cît şi tuturor celor ce vor veni cu eventuale sugestii de îmbunătăţire.

Înţelegîndu-se rostul real al acestei discipline în învăţămîntul nostru superior, Palinologia (alături de Paleobotanică) fiinţează ca disciplină obligatorie de mai bine de 15 ani. Prezentul curs, primul de acest fel din literatura românească, este elaborat cu gîndul de a veni în sprijinul bunei pregătiri a studenţilor ingineri geologi; autorii speră să răspundă şi unor cerinţe de ordin mai general, să constituie şi o sursă de informaţii utile specialiştilor geologi din cercetare şi producţie, precum şi celor din domenii apropiate, biologie, geografie etc.

AUTORII

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

I. Considerații generale 9

1. Obiectul și istoricul palinologiei 9

1.1. Perioada cărbunilor 10

1.2. Perioada hidrocarburilor 11

2. Dezvoltarea palinologiei în România 15

2.1. Precambrian — paleozoic 17

2.2. Mezozoic 19

2.3. Cenozoic 21

3. Ramurile palinologiei și domeniile de aplicabilitate în geologie . . . 22

II. Clasificarea naturală și artificială în palinologie 25

1. Principii de clasificare în palinologie 26

III. Morfologia palinomorfelor 31

1. Acritarcha 31

1.1. Generalități 31

1.2. Morfologie și clasificare 32

1.3. Evoluția acritarchilor 37

2. Dinophyceae 47

2.1. Generalități 47

2.2. Morfologie și clasificare 49

2.3. Evoluția geologică a dinoficeelor 54

2.4. Dinoficee în formațiunile geologice din România 57

3. Tasmanaceae 78

3.1. Generalități 78

3.2. Morfologie și clasificare 78

3.3. Tasmanacee în formațiunile geologice din România 79

4. Chitinozoare 81

4.1. Morfologie externă 81

4.2. Poziție sistematică și clasificare 82

4.3. Evoluția chitinozoarelor 83

4.4. Chitinozoare în formațiunile geologice din România 85

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

5. Structura şi morfologia sporilor 101
5.1. Caractere generale 101
5.2. Orientarea sporilor 102
5.3. Structura sporodermei 103
5.4. Principalele tipuri de ornamentaţie ale exinei 103
5.5. Caractere structurale 103
5.6. Tipuri morfologice de spori în scara sistematică 104
5.6.1. Sporii de briofite 104
5.6.2. Sporii de psilofite 105
5.6.3. Sporii de licofite 106
5.6.4. Sporii de sfenofite (artrofite) 107
5.6.5. Sporii de noeggerathiofita (Noeggerathiophyta) 109
5.6.6. Sporii de filicofite (ferigi) 109
5.6.7. Sporii de progimnospermopside 113
6. Structura şi morfologia polenului 114
6.1. Polenul de gimnosperme 114
6.1.1. Forma, conturul, dimensiunile şi alcătuirea polenului de gimnosperme 114
6.1.2. Tipurile principale ale polenului de gimnosperme 135
6.2. Polenul de angiosperme 141
6.2.1. Forma conturul, dimensiunile şi alcătuirea polenului de angiosperme 142
6.2.2. Principalele tipuri morfologice ale polenului de angiosperme 148
IV. Palinostratigrafie 167
1. Palinostratigrafia precambrianului 167
1.1. Grupele majore ale organismelor primordiale precambriene . . . 163
1.2. Caracteristicile organismelor primordiale precambriene 169
1.3. Schimbări în mediile înconjurătoare primare 170
1.4. Scara timpului 171
1.5. Primele vestigii ale vieţii provenite din cercetările privind obiectele extraterestre 172
1.6. Microfosilele pietrificate din rocile precambriene 173
1.7. Microfosilele din sedimentele detritice 175
2. Palinostratigrafia erei paleozoice 181
2.1. Paleozoicul inferior (cambrian — silurian) 201
2.2. Paleozoicul superior (devonian — permian) 202
2.3. Asociaţii de palinomorfe şi spori — polen în paleozoicul din România 219
2.3.1. Asociaţii microfloristice în formaţiunile cristalofiliene 219
2.3.1.1. Carpaţii Orientali 219
2.3.1.2. Carpaţii Meridionali 221
2.3.1.3. Munţii Apuseni 222
2.3.1.4. Platforma Moldovenească 222
2.3.1.5. Dobrogea centrală 222
2.3.2. Asociaţii microfloristice în formaţiunile sedimentare 223
2.3.2.1. Spori de vîrstă siluriană 223
2.3.2.2. Spori de vîrstă devoniană 223

BCU IAŞI CENTRU VECHI LIBRARY

2.3.2.3. Spori de vîrstă carboniferă 226
2.3.2.4. Spori — polen de vîrstă permiană 229
3. Palinostratigrafia erei mezozoice 229
3.1. Triasicul 229
3.1.1. Compoziția generală a florei triasice 229
3.1.2. Genurile principale ale sporilor și polenului din triasic . . . 235
3.1.2.1. Spori triradiați, azonați 235
3.1.2.2. Spori triradiați cu o zonă caracteristică ecuatorială . . 236
3.1.2.3. Spori cu sacus, exine cavate sau mezospori 236
3.1.2.4. Polenul sacat 237
3.1.2.5. Polenul nonsacat 238
3.1.2.6. Corpii anormali asemănători sporilor 238
3.1.2.7. Megasporii 239
3.1.2.8. Asociații de spori — polen în formațiunile triasice din România 239
3.2. Jurasicul și cretacicul inferior 240
3.2.1. Compoziția generală a florei din jurasic și cretacic inferior . . 240
3.2.2. Genurile principale de spori și polen din jurasic și cretacic inferior 241
3.2.2.1. Sporii 241
3.2.2.2. Polenul 243
3.2.2.3. Megasporii 244
3.2.2.4. Asociații de spori — polen în jurasicul și cretacicul inferior din România 244
3.3. Cretacicul superior 246
3.3.1. Compoziția generală a florei din cretacicul superior 246
3.3.2. Genuri principale de spori și polen din cretacicul superior . . 247
4. Palinostratigrafia erei cenozoice 250
4.1. Paleogenul 281
4.2. Neogenul 292
4.3. Cuaternarul 303
ANEXE 311
Anexa A. Metodologia de lucru 312
1. Substanțe membranoase scheletice 312
2. Substanțe membranoase hidrofobe 313
3. Substanțe constitutive ale membranelor în contact direct cu atmosfera 313
4. Procese de fosilizare 316
5. Recoltarea probelor din teren 317
6. Tehnica de laborator 321
Anexa B. Variația frecvențelor palinomorfelor în depozitele geologice și metodele de reprezentare grafică 327
Anexa C. Metode cantitativ-statistice de interpretare a datelor palinologice . 336

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Anexa D. Importanța teoretică și practică a palinologiei 349

1. Palinologia și stratigrafia 350

2. Palinologia și combustibilii fosili 355

3. Reconstituiri paleoclimatice și paleofitogeografice prin analiza palinoflorelor 363

4. Palinologia și deriva continentelor 379

5. Palinologia și sedimentologia 386

Bibliografie 406

Index de genuri și specii 413

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I. CONSIDERAȚII GENERALE

1. OBIECTUL ȘI ISTORICUL PALINOLOGIEI

Palinologia sau după unii autori *sporologia* a luat naștere la mijlocul sec. al XVII-lea. Cu toate acestea termenul de palinologie este relativ recent, fiind definit în anul 1944 de doi botaniști englezi, H. A. Hyde și D. A. Williams. Etimologic termenul derivă din grecescul „palunein" (a răspîndi o pudră sau „pale", care înseamnă făină sau praf polinic). Dealtfel, în latină, termenul de „pollen" are un sens apropiat, praf sau mîl.

Palinologia înainte de a fi o știință de-sine-stătătoare era cunoscută prin date disparate cu privire mai ales la polen. Vechii greci cunoșteau fecundarea plantelor pe cale artificială, dar numai la sfîrșitul sec. al XVII-lea, Camerarius va demonstra existența sexelor în lumea vegetală. Marcello Malpighi (1628—1694) este considerat descoperitorul polenului. Nehemjah Grew, într-o comunicare prezentată în anul 1676 și apărută în anul 1682, descrie polen de forme diferite de la unele plante. Purkinje (1830) este primul care introduce o terminologie necesară pentru polen și pe care o va aplica în descrierea morfologiei granulelor de polen. În anul 1834, H. von Mohl publică o lucrare monografică însoțită de o clasificare detaliată a unor tipuri de polen. Urmează monografii cuprinzătoare descriptive ale polenului, din care menționăm cele ale lui C. J. Fritzsche și H. Fischer. Prin aceste lucrări a fost încetățenită ideea criteriului taxonomic și a caracterului ereditar invariabil al polenului. În lucrarea „Über den Pollen" (1837), Fritzsche scria că „în multe cazuri exina și detaliile ei sînt suficiente pentru a determina planta care a produs granulele de polen". În aceeași lucrare propune termenii de *intină* și *exină* pentru învelișul granulelor de polen, termeni consacrați la ora actuală în palinologie.

Un pas important spre cercetarea paleopalinologică a fost realizat prin descrierea primelor tipuri de polen fosil în anul 1836 de H. R. Goeppert, în ligniții mioceni din localitatea Wetterau (R. F. Germania). Ulterior, va descrie și un megaspor — *Carpolites coniformes*. C. G. Ehrenberg (1838) descrie polen de *Pinus* în cuaternarul din nordul Suediei și poleno-spori din ligniți terțiari din vestul R. F. Germania. Megasporii din formațiunile paleozoice purtătoare de cărbuni sînt descriși de Bennie-Kidston (1834) și de H. Potonie (1836). Paleobotaniștii elvețieni F. Geinitz și J. Früh sînt pionierii studiilor pe cărbuni, stabilind originea și compoziția acestora.

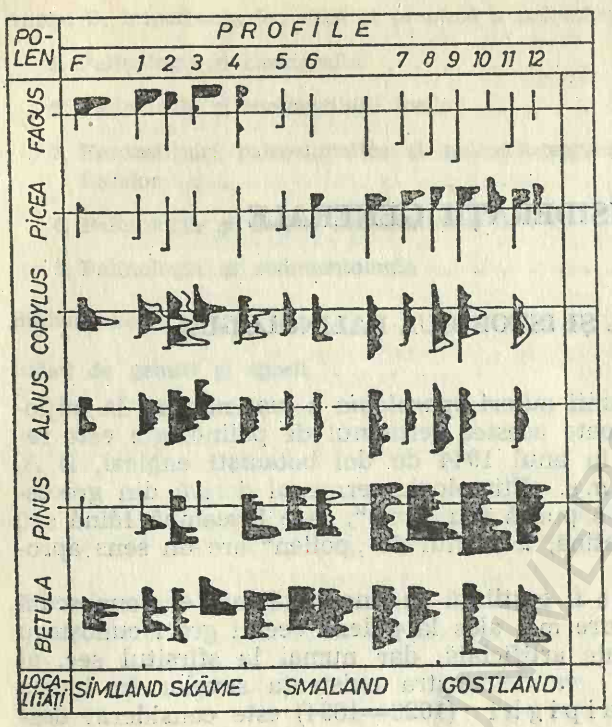


Fig. 1 — Diagrama polinică elaborată de Lennarth von Post în anul 1916.

P. F. Reinsch (1884) descrie spori cu șanț triradiat de tip *Triletes* din carbonifer.

O primă exprimare statistică este realizată de geologul N. G. Lagerheim, care prezenta în cifre elementul cantitativ pentru polenul de copaci din turbă. Această reprezentare va fi preluată în anul 1909 de N. O. Holst și Lennarth von Post. Lagerheim este considerat pe drept cuvînt părintele metodei analizelor polinice, prin care se putea reconstitui vegetația din cuaternar.

Elev al lui Lagerheim, Lennarth von Post (1884—1951) se va afirma curînd ca urmare a elaborării primei diagrame polinice prin care se exprima procentual în alb și negru elementul cantitativ dintr-un zăcămînt de turbă. Această lucrare memorabilă privind polenul de arbori din turba întîlnită în Suedia însoțită de prima diagramă *polinică* (fig. 1) a fost prezentată în anul 1916 la o reuniune a naturaliștilor scandinavi, ce a avut loc în localitatea Cristiania de lîngă Oslo. Apărută în anul 1918, diagrama polinică va fi adoptată ulterior de toți palinologii, atît pentru cuaternar cît și pentru terțiar. Astfel, anul 1916 este considerat an de referință, de cînd palinologia ființează ca știință modernă.

Implicații de ordin morfologic, genetic și funcțional cu privire la rolul și structura polenului în stabilirea diagnozei vor avea lucrările enciclopedice realizate de R. P. Woodhouse (1933, 1935).

Născută din paleopalinologie, palinologia include noi concepții și metodologii cu o largă problematică din domeniile biologiei marine, agriculturii, medicinei, meteorologiei și cosmologiei. Deci, palinologia s-a născut din progresele și descoperirile paleopalinologiei.

În dezvoltarea palinologiei se deosebesc două perioade, cea a cărbunilor și cea a hidrocarburilor.

1.1. PERIOADA CĂRBUNILOR

Studiul sporilor și polenului a început de fapt cu mult înainte, în 1854, cînd pentru prima dată în Anglia a fost studiată la microscop com-

poziția cărbunilor. Polenul a fost recunoscut în cărbuni în anul 1836, iar sporii au fost întîlniți în cărbunii bituminoși mai tîrziu în anul 1870.

Geologul Thiessen (1920) este primul care utilizează sporii în corelarea formațiunilor purtătoare de cărbuni. Lucrări monografice privind sporii și polenul fosil apar după 1930.

A. Raistrick și J. Simpson descriu miospori (termen anglo-saxon utilizat pentru a desemna spori și polen de talie mică) din bazinul carbonifer Northumberland (Anglia), prezentînd și unele posibilități de corelare ale stratelor din cadrul acestui bazin. Urmează lucrările lui A. C. Ibrahim (1932, 1933) asupra sporilor din carboniferul bazinului Ruhr și ale lui J. M. Schopf, L.R. Wilson și R. Bentall (1944) privind sporii paleozoici. Wilson (1946) arată importanța pe care o au polenosporii în stabilirea vîrstei și corelarea rocilor sedimentare.

1.2. PERIOADA HIDROCARBURILOR

Deoarece multe foraje erau plasate în regiuni noi, explorate pentru hidrocarburi, cu structuri geologice puțin cunoscute, lipsite de repere stratigrafice precise (specii sau asociații fosile caracteristice), deci fără posibilități de corelare, s-a recurs la palinologie pentru a încadra exact zăcămintele de hidrocarburi din aceste areale. Printre primele regiuni investigate palinologic a fost și regiunea golfului Mexic (S.U.A.), unde dezvoltarea pe grosimi de mii de metri a formațiunilor terțiare, în special roci argiloase cu intercalații de lignit, nu permitea, din lipsa unor repere paleontologice, corelarea depozitelor traversate de foraje. Astfel, în anul 1936, T.F. Grimsdale introduce studiul spori-polenului din carotele extrase din această regiune și constată cu satisfacție că rezultatele, dar mai ales reperele palinologice permit corelări precise. Succesul metodei palinologice a determinat rapida expansiune și în alte zone petrolifere (Trinidad, Venezuela, U.R.S.S.), ajungîndu-se ca orice sector forat să fie investigat palinologic. Acest fapt a dus la organizarea și înființarea de laboratoare palinologice pe lîngă fiecare companie petrolieră și în fiecare institut de profil.

Amploarea studiilor paleopalinologice este foarte bine ilustrată de numărul publicațiilor apărute în intervalul 1940—1970 (fig. 2), precum și de creșterea vertiginoasă a taxonilor noi (spori-polen) din acest interval de timp (fig. 3).

Spectrele de spori-polen din paleozoic și mezozoic sînt în mare parte conturate. Totuși rămîn a fi reevaluate palinologic unele intervale limită, respectiv etaje, cum ar fi stephanianul și autunianul, limita carbonifer—permian, permian—triasic, conținutul în spori-polen al skythianului (werfenian) etc. În schimb, terțiarul a fost mai puțin studiat palinologic, pe de o parte datorită dificultăților de ordin stratigrafic, cît și complexității morfologice a polenului de angiosperme (plante cu flori). Pentru terțiar, utilizarea sistemului de clasificare artificială bazat pe „specia morfologică", atît de larg utilizat pentru paleozoic și mezozoic, impune prudență, studiile taxonomice evoluînd mai lent. La aceasta se adaugă și o serie de inconveniențe în stabilirea corespondenților din flora actuală cu sporii și polenul fosil, deziderat ce se realizează după cunoașterea apro-

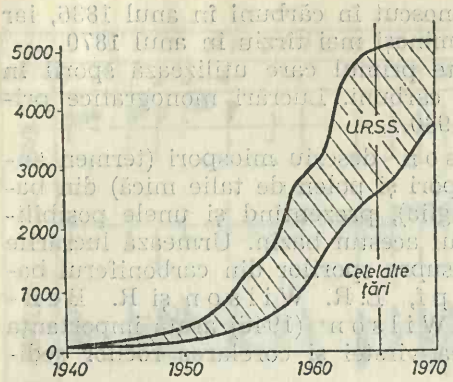


Fig. 2 — Numărul publicațiilor cu temă paleopalinologică apărute în intervalul 1940—1970.

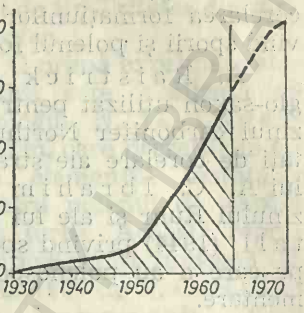


Fig. 3 — Numărul taxonilor de spori-polen descriși în intervalul 1930—1970.

fundată a sporilor și polenului din flora actuală. Amintim că o specie actuală produce mai multe „specii morfologice" de polen sau spori. Pe de altă parte, aceeași specie morfologică de polen poate fi produsul diferitelor specii, genuri sau chiar familii de plante din flora actuală.

Progresele realizate în paleopalinologie sînt rodul activității laborioase desfășurate ani de zile de către o serie de personalități de prestigiu, considerate a fi pe drept cuvînt fondatorii acestei științe. Astfel, R. Potonié (1889—1974) încă din anul 1931 descrie polen din cărbunii mioceni. Începînd cu anul 1932 el acordă o atenție deosebită morfologiei spori-polenului, precum și asociațiilor considerate „fosile caracteristice" și indicatoare de vîrste pentru unele intervale stratigrafice. Împreună cu Thompson și Thiergart face o revizie critică privind nomenclatura și clasificarea spori-polenului din neogen. Este considerat întemeietorul unui prim sistem de clasificare morfologică, prezentat în lucrarea „Zur Morphologie der fossilen Pollen und Sporen", apărută în anul 1934. Acest sistem de clasificare, preluat ulterior, și revizuit critic, este cunoscut sub numele de *sistemul Potonié și Kremp* (1954), sistem practic și rapid, care este utilizat pe scară largă în palinologie. O contribuție importantă rămîne *Conspectul (Synopsis)* genurilor de spori și polen descrișI în lume, unde, pe lîngă prezentarea tuturor genurilor într-un sistem de clasificare artificială, sînt redate descrierile originale ale speciei tip și eventualele sinonimii generice. Această lucrare, începută în anul 1956 prin „Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae" — I. Teil (prima parte), se va continua în 1958, apoi în 1960 cu „Sporites și Pollenites", în 1966, 1970 și 1975 părțile IV—VII. Pe lîngă conspectul sporilor disperși, Potonié, singur (1962, 1965) sau în colaborare cu Kremp (1970), descrie și sporii *in situ*, netransportați, găsiți în conexiune cu planta (strobili și alte fructificații). În lucrarea „Phylogenetische Sporologie", apărută în 1973, se încearcă găsirea corespondenților actuali pentru spori-polen, precum și interpretarea filogenetică a caracterelor morfografice (sculptură, formațiuni ecuatoriale, aperturi germinale). Se pune un accent deosebit pe rolul ornamentației la sporii fosili, remarcînd prezența elementelor diferite, sculpturale pe

cele două fețe, proximală și distală, care pot influența determinarea corectă la nivel de gen și specie. La sporii de briofite, genul *Fossombronia* (fig. 4) prezintă proximal o ornamentație imperfect reticulată, brevitriletă (urma triletă cu raze scurte) și un reticulum clar pe fața distală.

Fig. 4 — Ornamentații diferite ale celor două fețe la sporii de *Fossombronia* (briofite) (*a* — proximal și *b* — distal).

Palinologul suedez Gunnar Erdtman pune un accent deosebit pe morfologia și taxonomia spori-polenului fosil și actual. În anul 1943 publică lucrarea „Introducere în analiza polinică", după care, în 1952, apar o serie de lucrări monografice privind polenul de angiosperme, urmate în 1957 și 1965 de lucrări asupra polenului de gimnosperme și asupra sporilor de briofite și pteridofite. O atenție deosebită a fost acordată de Erdtman analizei critice a datelor microscopice privind stratificația sporodermei. Împreună cu H. Straka (1961), propune un nou sistem de clasificare a polenului, în care numărul, poziția și caracterul aperturii germinative reprezintă elementele principale. Sistemul denumit N.P.C., după prescurtarea acestor caractere, este un sistem de analiză morfologică ce se aplică la poleno-sporii actuali.

S. N. Naumova introduce în anul 1937 un nou sistem de clasificare pentru spori (Spores), separînd morfologic grupa *Rimales* (cu fantă=apertură vizibilă) și grupa *Irrimales* (fără fantă). Acest sistem a fost îmbunătățit de Naumova în 1950 prin introducerea subtürmelor *Monoporines, Diporines* și *Triporines*, polen prevăzut cu deschideri sub formă de pori, grupări adoptate și preluate de sistemul Potonié și Kremp.

Cu timpul, pe lîngă multitudinea lucrărilor palinologice, se constată în descrierea morfologică a polenului o proliferare de termeni greoi, neclari și controversați. Cu toate acestea s-au impus o serie de termeni și sisteme de clasificare, cum ar fi cel elaborat de K. Faegri și J. Iversen (1950, 1964), și de J. Iversen și J Troels-Smith (1950), care au la bază o terminologie unitară.

În seria lucrărilor palinologice terțiare se remarcă lucrarea lui P. W. Tompson și H. D. Pflug (1953) asupra formelor conducătoare de spori-polen în stabilirea reperelor stratigrafice pentru terțiarul din Europa Centrală. Pflug (1953) elaborează o schemă evolutivă a polenului de angiosperme din cretacicul superior-terțiar, separînd două grupe de polen *Normapolles* (cretacic-paleocen) și *Postnormapolles* (terțiar). În ultimul timp, au fost descrise genuri și specii noi de spori-polen din cretacic și terțiar de W. Krutzsch. Din 1962 încep să apară primele fascicule din „Atlasul sporilor și polenului dispers întîlnit în terțiarul mediu și superior din nordul Europei Centrale".

Din cadrul acestei serii au apărut pînă acum: fascicula I — Sporii levigați și toraţi, 1962; fasc. II — Sporii de Anthocerotaceae și Lycopodiaceae, 1963; fasc. III — Sporii de Sphagnaceoideae și Selaginelacoideae, 1963; fasc. IV—V — Sporii azonotri-

leți, zonotrileți, monoleți și aleți, 1967; fasc. VI — Polen de conifere (Saccites și Inaperturates), 1971; fasc. VII — Polen monoporat, monocolpat, dicolpat, poliplicat (ephedroid), 1973. Sînt prevăzute să apară 16 fascicule, care vor include, pe lîngă microplancton de apă dulce, dinoficee și alte organisme problematice.

Din pleiada cercetătorilor care au contribuit la cunoașterea și precizarea asociațiilor de palinomorfe din formațiunile geologice, a răspîndirii regionale și stratigrafice menționăm: B. V. Timofeev, N. A. Volkova, F. H. Cramer, J. Doubinger, W. S. Hoffmeister, G. I. Kedo, D. C. McGregor, J. B. Richardson, M. B. Winslow, B. Alpern, D. C. Bhardaway, G. F. Hart, R. M. Kosanke, F. Goczan, P. Snopkova (pentru paleozoic); B. E. Blame, G. Warrington, J. Tougourdeau-Lantz, H. Visscher, M. E. Dettmann, K. Mädler, M. Rogalska, M. F. Hughes, G. Playford, A. F. Chlonova, M. Kedves, E. Planderova (limita permian-triasic și mezozoic) și E. D. Zaklinskaia, N. A. Bolkhovitina, L. A. Kuprianova, R. A. Couper, S. Manum, E. B. Leopold, E. Nagy, W. Szafer, S. Macko, D. W. Engelhardt, A. R. Rao, E. Planderova (pentru mezozoic și terțiar).

Lucrări privind mecanica și evoluția aperturală, precum și morfologia granulelor de spori și polen în reconstituirile filogenetice au fost abordate de M. Van Campo (1946, 1950, 1966) și de L. A. Kuprianova (1954, 1966). Trebuie să menționăm progresele realizate în stabilirea stratificației sporodermei la spori și polen prin studiile la microscopul electronic (D. A. Larson, J. J. Skvarla, C. W. Lewis, 1962; V. C. și F. Bronckers și P. Guinet, 1967).

Kuprianova arată că în evoluția regnului vegetal deschiderea sau apertura germinală prezintă dispoziții diferite. Astfel, distinge trei nivele de bază evolutive: *aperturi proximale* (briofite, pteridofite, rar gimnosperme), *aperturi distale* (gimnosperme, mono și dicotiledonate primitive) și *aperturi ecuatoriale* (dicotiledonate). Primul nivel corespunde aperturilor fisurate sau rupturale, cel de-al doilea — aperturilor sulcate prevăzute cu șanț și al treilea — aperturilor complexe cu șanțuri și pori.

Megasporii produși de plantele heterosporee au fost studiați *in situ* sau *disperși* de J. M. Schopf (1938). Sisteme de clasificare ale megasporilor sînt elaborate de J. M. Schopf, S. J. Dijkstra (1955, 1958), M. R. Winslow (1962) și W. G. Chaloner (1962).

R. Potonié și G. Kremp (1954) propun un sistem de clasificare a megasporilor constituit din 16 genuri incluse în grupa Triletes.

Metoda palinologică de corelare rapidă, cu rezultate elocvente, utilizînd o cantitate mică de probă (carote, mîluri, sedimente), s-a extins și *în domeniul marin*. Primele studii de palinologie marină apar după 1950.

Astfel, M. Rossignol (1961) analizează conținutul în spori-polen din sedimentele marine cuaternare. După 1966 numărul studiilor crește vertiginos. Remarcăm acum apariția lucrărilor asupra distribuției sporipolenului plantelor continentale în sedimentele de fund ale Oceanului Pacific și cercetări palinologice marine în U.R.S.S., realizate de E. V. Koreneva (1964, 1966). Sînt analizate palinologic sedimentele culese de batiscaful Arhimede din fosa Japoniei (Boulard și Delauze, 1966).

Stanley, într-o serie de lucrări (1966, 1969, 1975), arată utilitatea analizelor palinologice în domeniul oceanologiei tratînd problema polenosporilor remaniați în sedimentele marine.

Palinologia depozitelor evaporitice (sarea) a fost abordată de W. Klaus în vederea stabilirii vîrstei sării și corelarea acestor depozite, precum și reconstituirea vegetației din apropierea bazinelor saline.

După 1970 au fost investigate palinologic apele de zăcămînt și țițeiul în vederea stabilirii genezei, migrației și acumulării hidrocarburilor. Astăzi apar în lume numeroase periodice consacrate palinologiei. Cele patru conferințe internaționale de palinologie desfășurate pînă acum, numai prima, cea de la Tucson (Arizona) din anul 1962, reunind peste 150 de palinologi din 20 de țări, demonstrează importanța mereu crescîndă a acestei discipline.

Palinologia are în prezent o dezvoltare ascendentă, pe multiple planuri, cu largă aplicabilitate în geologie și mai ales în valorificarea superioară a resurselor naturale, în special petrol și cărbune.

2. DEZVOLTAREA PALINOLOGIEI ÎN ROMÂNIA

Palinologia are în România o tradiție care s-a consolidat și dezvoltat permanent, pe măsura diversificării problematicii abordate.

Așa cum releva I. Ciobanu (1971) „dintre numeroasele ramuri ale palinologiei, prima care s-a conturat precis și care apreciem că ocupă un loc central este paleopalinologia, care aplică studiul polenului și sporilor fosili la stabilirea istoriei vegetației și climei, a vîrstei stratelor geologice și fenomenelor geomorfologice cuaternare".

Cercetările palinologice în țara noastră încep în anul 1926, odată cu aplicarea analizelor polinice la stabilirea stratigrafiei turbăriilor de către Emil Pop (1897—1975).

Dintre lucrările apărute după 1926, menționăm cele ale lui Th. Solacolu (1928) cu privire la aplicarea analizei polenului la turbăriile din România, ale lui F. Peterschilka (1928) și I. Szalai (1928) asupra unor mlaștini din regiunea Harghita. Toate aceste lucrări sînt sumare, incomplete și fără remarci de ordin fitogeografic.

Odată cu apariția în anul 1928 a lucrării lui Emil Pop „Spectrul polinic al turbei de la Colăcel", însoțită de prima diagramă polinică riguros științifică, palinologia românească intră pe un făgaș nou, modern, dezvoltîndu-se mereu datorită activității laborioase, de o viață a acestui ilustru om de știință.

Emil Pop, fondator al palinologiei românești, continuă studiul palinologic al turbăriilor cuaternare din România. În anul 1929 apare lucrarea „Analize de polen în turba din Carpații Orientali (Dorna—Lucina)", prima teză de doctorat în palinologie, în care stabilește cadrul dezvoltării pădurilor postglaciare. În 1936 apare „Flora pliocenică de la Borsec", iar în 1945 „Trecutul pădurilor noastre de la sfîrșitul terțiarului pînă azi", în care stabilește fazele evolutive din pădurile interglaciare și glaciare. Apariția lucrării monografice „Mlaștinile de turbă din Republica Populară

Română" (1960) încununează cei peste 35 de ani de cercetare în acest domeniu, fiind astăzi singura sinteză de mare actualitate asupra „cărbunilor" inferiori de la noi, prezentîndu-se geneza, vîrsta, importanţa economică şi terapeutică a turbei.

Şcoala palinologică de la Cluj-Napoca, condusă de N. Boşcaiu şi Ion Ciobanu, a continuat tradiţia şi liniile directoare jalonate de Emil Pop, abordînd probleme de morfopalinologie, de palinotaxonomie, de palinologie cuaternară, arheologie, istoria solurilor şi aeropalinologie.

Şcoala palinologică de la Universitatea din Bucureşti, condusă de profesorii I. T. Tarnavschi şi I. Tr. Ştefureac, realizează studii de morfologia polenului de angiosperme din flora României. Sporii de la briofite au fost investigaţi cu ajutorul microscopului electronic de Tr. Ştefureac, P. G. Ploaie şi Gh. G. Ploaie (1971).

Paleopalinologia sau palinologia precuaternarului s-a dezvoltat în domeniul geologiei după 23 August 1944, ca urmare a necesităţilor mereu crescînde de găsire a noi zăcăminte de substanţe minerale utile. Activitatea de cercetare în domeniul paleopalinologiei a fost legată de obţinerea unor rezultate practice în industria extractivă a cărbunelui şi ulterior a petrolului.

În anul 1950 se înfiinţează Comitetul Geologic care avea ca sarcină principală coordonarea şi executarea prospecţiunilor şi explorărilor geologice în ţara noastră, precum şi întocmirea diferitelor hărţi geologice. Cu timpul, imposibilitatea datării formaţiunilor cristalofiliene şi chiar a unor formaţiuni sedimentare lipsite de macrofaună a impus introducerea analizelor palinologice în cercetările curente pentru alcătuirea hărţilor de detaliu, cît şi în industria petrolieră în vederea stabilirii reperelor stratigrafice în foraje şi corelarea formaţiunilor cu potenţial în hidrocarburi.

Aceste cerinţe practice au dus la organizarea şi înfiinţarea de laboratoare palinologice în cadrul Institutului Geologic, a Institutului de cercetări şi proiectări pentru industria extractivă de ţiţei şi gaze şi la Întreprinderea geologică de prospecţiuni.

Primul laborator de palinologie a fost creat de N. Balteş în anul 1955 şi funcţionează în cadrul Institutului de cercetări şi proiectări pentru industria extractivă de ţiţei şi gaze. Laboratorul avea ca scop principal stabilirea distribuţiei generale a sporilor şi polenului, precum şi determinarea asociaţiilor de poleno-spori caracteristice depozitelor traversate de foraje sau din alte zone datate, ca repere pentru seriile stratigrafice sedimentare. La scurt timp după aceasta, în cadrul Institutului Geologic, ia fiinţă laboratorul de palinologie creat de Violeta Iliescu, care la început cu un colectiv restrîns va aborda studiul depozitelor pliocene şi cuaternare. Ulterior, cercetările se vor extinde pe tot intervalul stratigrafic de la precambrian-cuaternar. În cadrul Institutului de cercetări pentru explorări miniere, M. Dumitru şi M. Şuteu au examinat numeroase probe de cărbuni, din bazinele Rusca Montană, Petroşani şi din bazinul Filipeştii de Pădure, de vîrstă senoniană, oligocenă şi respectiv pliocenă, demonstrînd utilitatea practică a analizelor polinice în corelarea stratelor purtătoare de cărbuni.

În cele ce urmează prezentăm pe scurt rezultatele obţinute în domeniul paleopalinologiei, aportul practic în realizarea hărţilor geologice,

a corelărilor dintre formațiuni, a reperelor și evoluția în timp geologic a palinomorfelor și spori-polenului din unitățile geologice ale teritoriului românesc.

Lucrările la care ne vom referi au fost grupate în ordine cronologică și după vîrsta formațiunilor.

2.1. PRECAMBRIAN-PALEOZOIC

Din acest interval de timp provin asociațiile de palinomorfe (acritarchi, chitinozoare, conodonte, spori-polen) întîlnite în unitățile geologice de geosinclinal din Carpați și din platforme (Platformele Moesică și Moldovenească). Primele rezultate cu titlu informativ privind conținutul în spori-polen, precum și posibilitățile de corelare între formațiunile traversate de foraje sînt prezentate pe scurt de N. Balteș (1956, 1957). În 1961 apare lucrarea cu privire la cunoașterea stratigrafiei depozitelor forate din Platforma Moesică (N. Balteș și D. Beju). Prezența devonianului în fundamentul zonei Călărași a fost stabilită pe baza unei asociații de spori și chitinozoare (B. S. Venkatachala și D. Beju, 1961).

Cercetările palinologice întreprinse în masivele cristaline din Carpați și Dobrogea Centrală au permis orizontarea seriilor metamorfozate regional, precum și corelarea lor cu cele din alte unități geologice. Începutul investigațiilor seriilor cristaline a permis identificarea unei asociații de palinomorfe în regiunea Rășinari—Cisnădioara—Sadu (Carpații Meridionali), de vîrstă proterozoică (S. N. Naumova, M. Dessila-Codarcea și V. Iliescu, 1962, 1964).

În forajele zonei Călărești (Platforma Moesică) este identificată o asociație de spori *(Densosporites, Anulatisporites, Schulzospora, Florinites)* de vîrstă carbonifer superior (B. S. Venkatachala și D. Beju, 1962).

Seriile epimetamorfice din sectorul nord-estic al Munților Poiana Ruscă conțin spori, în special filitele grafitoase de vîrstă carbonifer inferior (V. Iliescu, 1965). De asemenea, analizele efectuate în filite și calcare cenușii grafitoase din Carpații Orientali (Valea Bistriței) relevă specii de acritarchi de vîrstă proterozoică (V. Iliescu, M. Dessila-Codarcea, 1965). O asociație de vîrstă precambrian-cambrian inferior formată din acritarchi este semnalată în șisturile verzi din cariera Sibioara, Dobrogea Centrală (V. Iliescu, V. Mutihac, 1965). Studiul carotelor extrase de forajele de referință de la Nicolina—Iași a permis identificarea unei asociații bogate în specii de acritarchi, chitinozoare și spori trileți în silurianul superior (N. Macarovici, D. Beju și L. Olaru, 1965). Forajul de la Mangalia a permis studiul complex al formațiunilor devoniene dezvoltate pe o grosime de 700 m. Pe lîngă bogata faună (brachiopode, trilobiți, gasteropode) și floră (psilofite și progimnosperme) se menționează prezența grupelor acritarcha, chitinozoa, spori, conodonte și ostracode (Gr. Răileanu, Magdalena Iordan, N. Mehmed-Dăneț, D. Beju, 1966).

Adina Visarion (1969) semnalează o asociație de spori de vîrstă carbonifer superior din sinclinalul Dragosela (Banat). Devonianul inferior cu *Emphanisporites* (determinat de V. Iliescu) este menționat pe malul stîng al Dunării între Cozla și Drencova (S. Năstăseanu și C. Bițoianu, 1970).

Anul 1970 marchează o etapă de sinteză a rezultatelor obținute în paleopalinologie, dar și în palinologia românească. Acestei etape îi corespunde organizarea la Cluj-Napoca, la inițiativa lui Emil Pop, a primului *Simpozion de palinologie*, eveniment ce va fi marcat de apariția în anul 1971 a volumului „Progrese în palinologia românească".

Succesele obținute în seriile metamorfozate din Carpații Meridionali și din Carpații Orientali au permis abordarea palinologică a șisturilor cristaline din Munții Apuseni, precizîndu-se vîrsta carbonifer inferior a unor serii din cristalinul de Bihor. Astfel, șisturile verzi (unitatea de Arieșeni), seria blastodetritică (unitatea de Biharia), seria de Muncel din bazinul superior al văii Arieșului conțin asociații de vîrstă carbonifer inferior (Adina Visarion, 1970). Studiile sistematice asupra seriilor metamorfozate din Munții Apuseni au permis orizontarea și datarea acestora după cum urmează: seria de Baia de Arieș ar corespunde ca vîrstă proterozoicului inferior, seria de Biharia este de vîrstă riphaean-eocambrian, seria de Arada corespunde eocambrianului, iar seria de Muncel este mai nouă, fiind de vîrstă eocambrian-ordovician (?) (Adina Visarion și R. Dimitrescu, 1970).

Studiul forajelor de adîncime din Platforma Moesică și Platforma Moldovenească a contribuit la cunoașterea stratigrafiei formațiunilor din fundament, precum și a asociațiilor de palinomorfe. Pe această linie se înscrie și teza de doctorat a lui D. Beju (1971) asupra palinomorfelor din paloeozoicul Platformei Moesice.

Au fost realizate deja scheme de referință în corelările geocronologice.

A fost conturată asociația devonianului din forajul de la Smirna și asociația precambriană-cambriană semnalată pentru prima dată în fundamentul Platformei Moldovenești (Violeta Iliescu, 1971, 1973).

O lucrare de sinteză (teză de doctorat) intitulată „Studiul stratigrafic al devonianului și carboniferului din Platforma Moesică, la vest de rîul Argeș" a lui D. Paraschiv (1974) utilizează numeroase date palinologice, menționînd asociațiile de spori, acritarchi, chitinozoare și conodonte întîlnite în formațiunile interceptate de foraje, precum și zonele palinologice stabilite pentru devonian-carbonifer.

Într-o lucrare asupra seriei de Bretila (=seria de Rusaia) din Carpații Orientali au fost identificate 43 specii de palinomorfe (acritarchi) atribuite proterozoicului superior-cambrian inferior. Se impune reconsiderarea vîrstei seriei de Rusaia sensu Kräutner, atribuită inițial paleozoicului inferior (M. Oniceanu, L. Olaru, P. Enciu, 1974). Forajul de la Țăndărei relevă o asociație de spori cu caracter de tranziție de la silurian superior la devonian inferior (V. Iliescu, 1976).

În arealul obîrşiei Motrului a fost identificată o formaţiune nouă paleozoică, formaţiunea de Poiana Mică cu şisturi verzi, în care s-a întîlnit o asociaţie de palinomorfe (acritarcha, chitinozoa şi spori de vîrstă silurian superior-devonian inferior) (I. Stănoiu şi V. Iliescu, 1976).

În Munţii Locva (Banat), prin studii palinologice, s-a stabilit vîrsta ordovician-silurian pentru seria de Locva şi devonian-carbonifer pentru seria superioară de Leşcoviţa (O. W. Maier şi Adina Visarion, 1976). Noi contribuţii privind conţinutul în palinomorfe din seria de Rebra sînt aduse de L. Olaru (1977). În zona Tulgheş (SE Munţilor Bistriţei) se semnalează asociaţii de vîrste diferite, care acoperă intervalul precambrian-triasic. Din analiza conglomeratelor de tip Verrucano a reieşit o asociaţie de spori-polen de vîrstă triasic inferior (M. Oniceanu, L. Olaru, V. Erhan, 1977).

Sintetizînd rezultatele obţinute prin investigarea palinologică a formaţiunilor cristalofiliene din Carpaţi şi platforme se poate spune că la ora actuală palinologia este singura metodă eficientă în stabilirea succesiunilor biostratigrafice din seriile metamorfozate. Seriile sedimentare paleozoice au fost conturate palinologic în aproape toate unităţile geologice de pe teritoriul românesc.

2.2. MEZOZOIC

Primele informaţii palinologice asupra depozitelor mezozoice au fost obţinute pe carote extrase din forajele plasate în Platforma Moesică. Rezultatele extrem de interesante au fost utilizate în elaborarea hărţilor litofaciale, permiţînd şi conturarea primelor zăcăminte de hidrocarburi în formaţiunile mezozoice. Aceste date au fost consemnate într-o serie de lucrări de N. Balteş (1959, 1963).

Conturarea spectrelor palinologice din cretacicul Platformei Moesice este realizată de N. Balteş (1966) pentru fiecare etaj. Analiza depozitelor cu cărbuni din bazinul Rusca Montană a permis identificarea unor asociaţii de spori, dar mai ales polen de vîrstă danian-paleocen inferior (N. Balteş, 1966). Complexul nisipurilor glauconitice, important reper litostratigrafic din baza albianului superior, conţine o asociaţie caracteristică cu *Appendicisporites, Cicatricosisporites, Pilosisporites* şi dinoficee (N. Balteş, 1967).

Prima asociaţie de spori-polen de vîrstă triasic inferior a fost pusă în evidenţă în forajele de la Călugăreni şi Viişoara (NW de Bucureşti) din Platforma Moesică, asemănătoare cu cea întîlnită în buntsandsteinul mediu din triasicul dezvoltat în facies german (B. S. Venkatachala, D. Beju, R. K. Kar, 1968).

Forajul de pe V. Sirinia (Banat) a fost investigat palinologic de S. Luţă (1968), care distinge în liasic asociaţia cu *Todisporites major, Matonisporites*, în dogger — asociaţia cu *Todites trivialis*, iar în malm — o asociaţie săracă în spori, dar bogată în dinoficee. În arealele de platformă au fost separate 5 cenozone în intervalul toarcian-tithonic (D. Beju, 1971).

N. Baltеş (1969), studiind repartiţia microflorei cretacice din Platforma Moesică, distinge o serie de discontinuităţi calitative şi cantitative, precum şi o serie de discontinuităţi stratigrafice prin utilizarea raportului dintre elementele marine şi continentale (M : C).

O lucrare importantă asupra asociaţiilor întîlnite în triasicul mediu (pelsonian) de la Cristian-Braşov a fost realizată de Em. Antonescu (1970). Asociaţia se compune din 80 de genuri cu 128 specii de spori-polen, acritarchi. Date preliminare asupra conţinutului palinologic al triasicului inferior (seisian) provin de la Bucea (Munţii Pădurea Craiului). Se conturează o asociaţie caracteristică cu *Triadispora,* corelabilă cu secvenţele din Europa de Vest (Em. Antonescu, 1970). Prima asociaţie de megaspori semnalată în Europa provine din triasicul inferior, forajul Salcia, Platforma Moesică (Em. Antonescu şi M. Tougourdeau--Lantz, 1973).

La Conferinţa internaţională de palinologie de la Novosibirsk (U.R.S.S.) s-a prezentat stratigrafia liasicului dezvoltat în facies de Gresten din România pe baza datelor palinologice (Em. Antonescu, 1973).

Cretacicul din sud-estul Munţilor Metaliferi a fost investigat palinologic; dealtfel acestea sînt primele argumente stratigrafice sigure pentru o serie de formaţiuni considerate sterile (strate de Căbeşti, stratele de Valea lui Paul). Au fost separate 7 zone palinologice în intervalul hauterivian-maastrichtian (Em. Antonescu, 1973).

Din foraje au fost descrise asociaţii bogate în spori-polen şi dinoficee de vîrstă cretacic superior (N. Baltеş, 1973).

În Munţii Metaliferi (sectorul Galda de Sus—Poiana Aiudului), formaţiunile considerate iniţial de vîrstă cretacic inferior, după asociaţiile palinologice cu polen de tip *Normapolles (Oculopollis* etc.), au fost atribuite cretacicului superior (Em. Antonescu, 1974).

Investigarea palinologică a depozitelor de fliş (cretacic-paleocen) din unitatea de Tazlău şi unitatea de Doamna (Carpaţii Orientali) a permis identificarea unei asociaţii cu dinoficee şi polen de tip *Normapolles,* tipică cretacicului superior, şi cu *Postnormapolles,* tipică terţiarului (L. Olaru, 1974). Conţinutul palinologic al formaţiunilor cretacic inferioare din Dobrogea relevă asociaţii asemănătoare cu cele întîlnite în Platforma Moesică (N. Baltеş, 1974). În cretacicul din Vorlandul Carpaţilor Orientali au fost separate 6 fitocenoze de poleno-spori şi dinoficee în intervalul berriasian-senonian (N. Baltеş, 1974).

Contribuţii noi privind palinostratigrafia triasicului inferior din România sînt aduse de Em. Antonescu (1976), care separă asociaţia cu *Densoisporites neujburgii,* considerată a fi de vîrstă spathiană, şi o altă asociaţie superioară acesteia, cu *Triadospora crassa,* de vîrstă spathian superior ? — anisian inferior.

În prezent, progresele realizate în palinologia mezozoicului au repercusiuni directe, în palinostratigrafie, în realizarea hărţilor geologice de detaliu, în conturarea zonelor cu hidrocarburi din Platforma Moesică, precum şi în cadrul programului de foraj marin din Marea Neagră.

2.3. CENOZOIC

Primele date palinologice asupra cenozoicului provin din pliocenul Platformei Moesice (N. Baltеș, 1959). Ulterior, asociațiile palinologice ale terțiarului din Platforma Moesică, cît și din Depresiunile Getică și Precarpatică au fost descrise în lucrările lui N. Baltеș și D. Beju (1961). Studiul formațiunilor miocene și pliocene din bazinul Transilvaniei și bazinul Maramureș a permis conturarea asociației palinologice pentru „tortonian" (4 asociații succesive silvestre) și pentru sarmațian-pannonian (B. Diaconeasa, E. Nicorici, 1964, 1968; R. Givulescu, V. Ghiurca, B. Diaconeasa, 1964).

Corelarea biozonelor de foraminifere cu asociațiile de spori-polen este realizată pentru „tortonianul" din bazinul Brad-Săcărîmb (Gianina Cioflica și Gh. Popescu, 1966).

Limita paleogen-miocen a constituit și constituie obiect de controverse stratigrafice. Studiile palinologice comparative și de corelație ale depozitelor oligocene (strate de Pucioasa), acvitaniene (strate de Cornu) și burdigalian-helveține (conglomerate de Brebu) au permis trecerea stratelor de Cornu la paleogen (V. Iliescu, Gianina Cioflica, 1966, 1968).

Asociațiile palinologice extrase din sarea precarpatică constituie singurele mărturii paleontologice concrete de precizare a vîrstelor masivelor de sare, utilizate cu succes și în geologia prospectivă pentru hidrocarburi (N. Baltеș, 1967, 1977). În forajele amplasate în împrejurimile Hîrlăului (Platforma Moldovenească) materialul pelitic conține predominant polen de angiosperme și gimnosperme (Taxodiacee) de vîrstă sarmațiană. În asociația de polen se întîlnesc și elemente de climă caldă *(Sequoia, Sabal)*, pe lîngă elementele predominante de climă temperată (L. Olaru, 1967).

Un studiu palinologic complet privind depozitele pliocene dintre Teleajen și Dîmbovița cu implicații paleoclimatice și paleogeografice îl reprezintă teza de doctorat susținută de Gianina Cioflică în anul 1969. Pe aceeași linie se înscrie și teza de doctorat asupra florei oligocene din bazinul Văii Almașului a lui J. Petrescu (1969).

Conținutul în spori-polen, dinoficee și acritarchi din paleogenul flișului extern al Carpaților Orientali este precizat de L. Olaru (1969, 1970, 1971). Spectrul palinologic al eocenului de la Morlaca-Huedin, format din ferigi (17%), conifere (8%) și angiosperme (74%), este pentru prima dată conturat în bazinul Transilvaniei (Gh. Pop și J. Petrescu, 1971).

Investigarea Depresiunii Pannonice prin foraje a permis cunoașterea asociațiilor palinologice din eocen (fitoplancton 60%, polen de *Normapolles* 30%, iar restul polen de conifere, efedroid și palmieri). Miocenul (burdigalian ?-sarmațian) este caracterizat prin creșterea continuă a gradului de continentalizare (procente ridicate în spori-polen), caracter ce se accentuează și în pliocen (N. Baltеș, 1971).

Corelarea biozonelor stabilite pe bază de foraminifere și a asociațiilor de spori-polen din intervalul karpatian-sarmațian din nordul Transilvaniei a fost realizată de Gianina Cioflică și Gh. Popescu (1973).

Neozoicul din Dobrogea de Sud, în special eocenul (foraj Mangalia), relevă o bogată asociație de dinoficee; tortonianul (Cochirleni, Ovidiu, Basarabi) conține specii noi de fitoplancton *(Acritarcha)*, polen de ericacee, care indică o climă caldă mediteraneană; sarmațianul Seimeni, Cochirleni) este caracterizat de fitoplancton și pliocenul (Oltina) de spori-polen tipici pentru ponțian superior-dacian (N. Baltes, 1974).

Depozitele neogene din bazinul Borod conțin 3 zone caracteristice de spori-polen în intervalul eggenburgian-pannonian. În nivelele de apă dulce din sarmațian și pannonian se semnalează colonii de *Botryoccocus*, care au participat la formarea cărbunilor bituminoși întîlniți în acest bazin.

O contribuție importantă la cunoașterea microflorei din flișul paleogen dintre văile Bistrița și Trotuș este teza de doctorat a lui L. Olaru publicată în Memoriile Institutului Geologic din anul 1978.

Stadiul cunoștințelor cu privire la palinologia neozoicului din unitățile carpatice și din platforme nu este definitiv conturat. Trebuie să se treacă la analiza secvențelor complete pe etaje în vederea stabilirii asociațiilor standard. În ultimul timp au fost abordate probleme cu privire la precizarea rocilor generatoare de hidrocarburi, a migrației țițeiului prin studiul apelor de zăcămînt, a țițeiului și mai ales prin aprecierea potențialului petroligen al rocilor purtătoare de hidrocarburi (N. Baltes, 1973, 1975, 1978).

Cercetările din ultimii ani privind formațiunile cuaternare din România au aplicabilitate în hidrogeologie, pedologie, arheologie și geologie marină.

Au fost studiate depozitele loessoide și detritice din Cîmpia Română, depozitele de terasă ale Dunării, depozitele din interfluviul Siret—Prut și cele din depresiunea Ciucului (V. Iliescu și Gianina Cioflica, 1964; V. Iliescu și C. Ghenea, 1964; Ștefana Roman, 1969, 1972).

Un domeniu nou de cercetare este geologia marină. Un prim studiu a fost realizat de Ștefana Roman (1973) pentru mîlurile actuale de pe coasta de vest a Mării Negre. Asociațiile de spori-polen reflectă vegetația înconjurătoare; pe platforma continentală microflora se dispune zonat, în apropierea țărmului tipurile foioase, iar spre larg polenul anemofil.

Stadiul actual al cercetărilor palinologice din țara noastră răspunde tuturor sectoarelor extractive cu preponderență celor legate de prospectarea și explorarea zăcămintelor de substanțe utile. Abordarea unor domenii de vîrf, ca geneza și migrarea hidrocarburilor, prin palinologie lărgește sfera posibilităților de identificare a unor zăcăminte, atît pe continent cît și pe platforma continentală a Mării Negre.

3. RAMURILE PALINOLOGIEI ȘI DOMENIILE DE APLICABILITATE ÎN GEOLOGIE

Palinologia este o disciplină cu aplicabilitate practic multiplă, servind domenii foarte variate, cum sînt: geologia, agronomia, medicina, biologia și meteorologia.

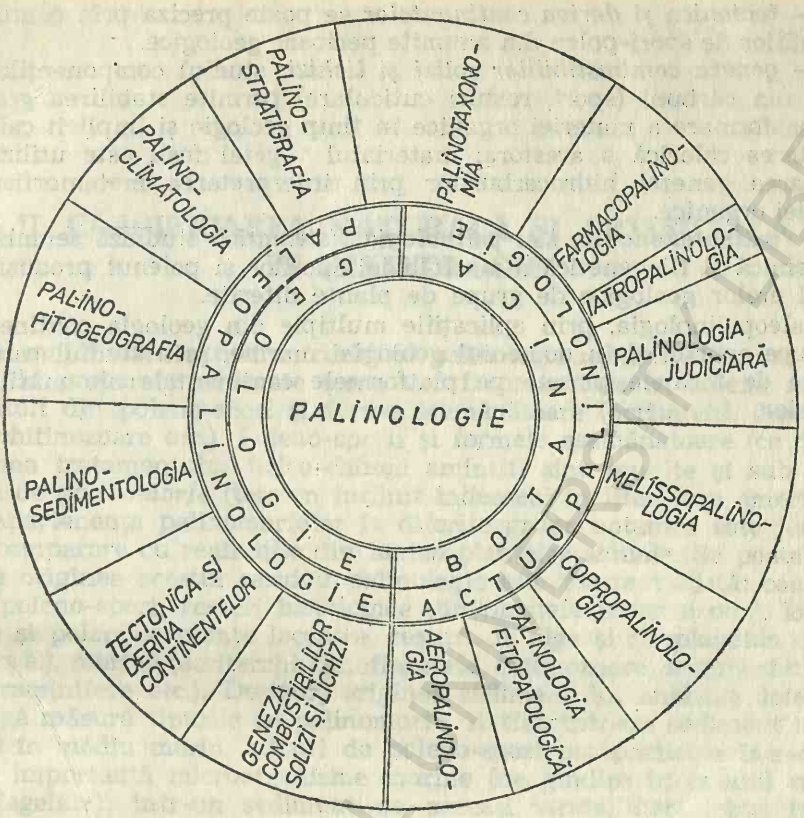


Fig. 5 — Palinologia și domeniile ei de aplicabilitate.

În ultimul timp palinologia se împarte în: *paleopalinologie,* care se ocupă cu studiul poleno-sporilor fosili și subfosili, și *actuopalinologie,* care se ocupă cu studiul poleno-sporilor actuali (fig. 5).

Paleopalinologia, domeniu de interferență între geologie și botanică, cuprinde mai multe direcții. Astfel:

— *palinostratigrafia* utilizează asociațiile de palinomorfe, eterogene din punctul de vedere al originii, în vederea stabilirii scărilor etalon pentru mediile continentale și marine din perioade geologice diferite, corelabile regional și global;

— *paleoclimatologia* studiază spectrele sporo-polinice în vederea reconstituirii climatului și a provinciilor floristice în timp geologic;

— *palinofitogeografia,* prin asociațiile de spori-polen, permite delimitarea arealelor floristice în timp geologic, compoziția florei și modul de asociere a diferitelor grupe de plante;

— *palinosedimentologia* se ocupă cu studiul sedimentării materiei organice vegetale fosilizate între granulele minerale, mecanismele procesului de sedimentare și reconstituirea mediilor de sedimentare continentale sau marine;

— *tectonica și deriva continentelor* se poate preciza prin conturarea asociațiilor de spori-polen din anumite perioade geologice.

— *geneza combustibililor solizi și lichizi:* studiul componenților vegetali din cărbuni (spori, resturi cuticulare) permite stabilirea gradului de transformare a materiei organice în timp geologic și implicit calitatea și puterea calorică a acestora; materialul vegetal fosil este utilizat în elucidarea genezei hidrocarburilor prin interpretarea metamorfismului materiei organice.

— *palinotaxonomia* sau *palinologia sistematică* studiază semnificația taxonomică și filogenetică a morfologiei sporilor și polenul produși de-a lungul erelor geologice de grupe de plante diferite.

Paleopalinologia, prin aplicațiile multiple din geologia continentală, își aduce aportul și în domeniul geologiei marine, prin studiul carotelor extrase de forajele plasate pe platformele continentale ale mărilor și oceanelor.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

II. CLASIFICAREA NATURALĂ ŞI ARTIFICIALĂ ÎN PALINOLOGIE

În majoritatea cazurilor, reziduul palinologic rezultat în urma metodelor de preparare adecvate (care vor fi prezentate în Anexa A) este constituit din poleno-spori şi forme asemănătoare (acritarchi, dinoflagelate, chitinozoare etc.). Poleno-sporii şi formele asemănătoare (ce rezultă în urma tratamentului fizico-chimic amintit) sînt reunite şi sub denumirea de *palinomorfe* (termen întîlnit îndeosebi în literatura americană).

Apartenenţa palinomorfelor la diferite grupe botanice este judecată prin comparare cu realităţile din lumea plantelor actuale. Se poate aprecia că originea acestui reziduu palinologic este foarte variată: continentală (poleno-spori, resturi histologice din plantele terestre etc.), lacustră (spori şi polen de plante lacustre, resturi de alge şi fitoplancton de apă dulce ş.a.), marină (acritarchi, dinoflagelate, chitinozoare, testuri chitinoase de foraminifere etc.). Desigur, originea sedimentului analizat determină în bună măsură tipurile de palinomorfe. Astfel, într-un sediment terţiar, depus în mediu marin, alături de poleno-spori pot participa într-o cantitate importantă microorganisme marine (ne gîndim în primul rînd la dinoflagelate); într-un sediment de aceeaşi vîrstă, dar depus într-un mediu limnic-continental, poleno-sporii pot avea o participare aproape unică (deci, fără aportul palinomorfelor de origine marină); poate apărea, însă, fitoplancton de apă dulce.

Amploarea studiilor palinologice din ultimele decenii este explicată şi prin numărul foarte mare de palinomorfe care pot fi recuperate dintr-o cantitate relativ redusă de rocă. Acest număr impresionant îşi are explicaţia în producţia enormă în spori-polen a majorităţii cormofitelor[1], ca şi în rezistenţa excepţională a învelişului lor exterior (numit *exină*). Aceleaşi aprecieri sînt valabile şi pentru fitoplanctonul limnic sau marin (adeseori se întîlnesc milioane de exemplare într-un metru cub de apă).

Palinomorfele ce apar în reziduul palinologic variază mult cantitativ-calitativ după originea, tipul şi vîrsta sedimentului analizat.

Talofitele sînt reprezentate prin: dinoflagelate, acritarchi, diatomee, botryococcacee, tasmanacee, ciuperci (în special spori şi hife) etc. Brio-

[1] S-au făcut înregistrări ale producţiei de polen la cîteva plante actuale, care sînt sugestive în aprecierea cantităţii de polen a diferitelor specii silvestre. O stamină de *Fraxinus excelsior* produce 12 500 granule, un strobil de *Pinus nigra* produce 1 480 000 granule, un ament de *Fagus silvatica* are 12 000 granule polen ş.a.m.d.

fitele sînt identificate mai ales prin spori și resturi ale părților vegetative. Pteridofitele sînt reprezentate prin spori de: psilopside, lepidopside, artropside și mai ales filicopside (de o mare varietate).

Granulele de polen revin atît la gimnosperme (din cadrul cărora remarcăm marea varietate morfologică a polenului de conifere, alături de care apare, în funcție de vîrsta sedimentului analizat, polen de cordaitale, cicadale, ginkgoale etc.), cît și la angiosperme (mai ales dicotiledonatele au dat, în neofitic, variate tipuri morfologice de polen de mare valoare în analizele palinologice; în raport cu acestea, monocotiledonatele au o importanță palinologică mai restrînsă — doar palmierii, unele graminee, liliacee etc. sînt cu potențe palinologice valoroase).

1. PRINCIPII DE CLASIFICARE ÎN PALINOLOGIE

Pentru palinomorfele cuaternare și, eventual, din pliocenul superior se utilizează clasificarea naturală sau genetică — deci, se folosesc taxonii botanici (cu care sîntem obișnuiți din studiul plantelor actuale). Iată de ce în listele sau lucrările palinologice respective vom găsi determinări ale genurilor (eventual subgenurilor), rareori ale speciilor sau ale familiilor botanice: *Botrycoccus braunii, Sphagnum, Taxodium, Pinus* tip *haploxylon, P.* tip *diploxylon, Abies, Betula, Corylus, Carpinus, Fagus* tip *orientalis, F.* tip *silvatica, Quercus, Ericaceae, Gramineae* etc.[1]

Asupra clasificării naturale (care, după cum se știe, se bazează pe studiul dezvoltării plantelor ce sînt privite ca un organism unitar în timp și spațiu și între care se stabilesc legături genetice la nivelul tuturor rangurilor taxonomice) nu vom insista aici. Precizăm, doar, că există diferite sisteme de clasificare genetică în literatura botanică actuală — unul dintre cele mai bine pus la punct fiind cel al botaniștilor Cronquist—Tahtadjan—Zimmermann.[2]

Palinomorfele precuaternare sînt orînduite în cadrul unor sisteme de clasificare artificiale-morfologice. Folosirea lor a fost impusă de necesitatea punerii în ordine a unui enorm material palinologic precuaternar ale cărui relații de înrudire cu plantele actuale nu pot fi stabilite cu precizie. Vom aprecia oportunitatea unei astfel de clasificări precizînd că astăzi numărul formelor de plante fosile cunoscute pe bază de palinomorfe este de cîteva ori mai mare decît toți taxonii de plante fosile, creați pe baza studiului de frunze, lemne, semințe și fructe fosile (la un loc). Iată de ce punerea la punct a acestui material a pretins introducerea unei clasificări artificiale, bazată pe caracterele morfologice ale palinomorfelor.

[1] J. Petrescu, „Date privind microflora (pleistocenă) din bazinul Baraolt și semnificația ei stratigrafică", Muzeul Brukenthal, St. Com., St. Naturii, 22, p. 23—36, Sibiu, 1978.

[2] Acest sistem este preluat și în manualul lui I. Hodișan și I. Pop; „Botanică sistematică", Ed. did. și ped., București, 1976.

În clasificarea artificială, marile grupe de încadrare sînt *analoage celor din clasificarea naturală* (clasă, ordin, familie), dar în nici un caz ele *nu sînt identice*. Anumite specii ale aceluiaşi gen botanic pot să aparţină, morfologic, la forma-genuri diferite (din clasificarea artificială). De exemplu, speciile genului botanic *Selaginella* sînt încadrate la 7 forma-subgenuri ale forma-genului *Stereisporites* (W. Krutzsch, 1966). Nu rareori, genuri diferite din clasificarea botanică (aparţinînd la familii sau ordine îndepărtate) sînt încadrate la acelaşi forma-gen. De exemplu, specii ale genurilor botanice *Lygodium, Ophioglossum* ş.a. se încadrează la forma-genul *Leiotriletes*, sau un alt exemplu şi mai concludent: la *Monocolopollenites* se încadrează granule de polen monocolpate, care d.p.d.v. botanic pot să provină de la grupe diferite (palmieri, graminee etc.).

În clasificarea artificială, denumirile ce se atribuie unităţilor taxonomice de diferite ranguri nu au fost stabilite pe deplin şi nu au fost unanim acceptate. Oricum, *Codul de nomenclatură botanică* nu permite folosirea de noţiuni identice în acest caz cu cele din botanică, specialiştii fiind de părere că în cadrul clasificării artificiale trebuie să se uzeze de termeni specifici, cu o subordonare sigur stabilită. De exemplu, I. M. Pokrovskaja (1962) a propus următoarele denumiri ale unităţilor taxonomice ce pot servi clasificarea artificială a polenului fosil: *tip — subtip — supragrupă — grupă — subgrupă — specie* (aceleaşi unităţi pot fi folosite şi la clasificarea artificială a sporilor). În acest caz, *„tipul"*, după conţinutul pe care-l are, nu depăşeşte „ordinul" (din clasificarea botanică), iar *„grupa"* ar corespunde „genului" (botanic).

S. N. Naumova (1961) a dat următoarele denumiri unităţilor taxonomice de diferite ranguri, folosite în clasificarea sporilor fosili: *supragrupă — grupă — subgrupă — infragrupă — forma-gen — forma-specie*.

Mai comodă s-a dovedit propunerea palinologului german R. Potonié (1956), care stabileşte următoarea nomenclatură pentru unităţile taxonomice de diferite ranguri din cadrul clasificării artificiale: *anteturma — turma — subturma — infraturma — forma-gen — forma-specie*. De fapt, în prezent, marea majoritate a palinologilor precuaternari folosesc această nomenclatură.

În tabelul I se reprezintă relaţiile ce pot fi stabilite între principalele unităţi taxonomice de ranguri diferite în cadrul celor mai importante sisteme artificiale de clasificare.

Nomenclatura unităţilor taxonomice din cadrul sistemelor de clasificare artificiale a fost stabilită de numeroşi autori.

Încă de mult timp înaintaşii sistemelor de clasificare palinologice (Bennie şi Kidston, 1886), pentru microsporii şi megasporii fosili, au sugerat o încadrare sistematică morfologică. Desinenţa *„sporites"* ori *„spora"* sugerează că sîntem în faţa unui organ-gen; prefixele ce se pun la aceste terminaţii sînt în majoritatea cazurilor funcţie de ornamentaţia exinei (de ex. *Calamospora*).

S. N. Naumova (1975) a propus împărţirea sporilor fosili în 2 supragrupe: *Rimales* (cu fisură) şi *Irrimales* (fără fisură); *Rimales* se subîmpart în 2 grupe: *Triletes*, la care fisura are trei raze (ramuri), şi *Monoletes*, unde fisura are o rază. La rîndul lor, cele două grupe se sub-

Tabelul I

Corelaţia dintre taxoni de diferite ranguri în cadrul unor diferite sisteme de clasifi care (după E. D. Zaklinskaia, 1962)

TAXONI ACCEPTAŢI DE CONGRESELE INTERNAŢIONALE DE BOTANICĂ			EXEMPLE PRIVIND CORELAŢIA DINTRE TAXONI DE DIFERITE RANGURI ÎN CADRUL UNOR SISTEME DE CLASIFICARE			
SISTEMUL GENETIC (NATURAL)		SISTEME ARTIFICIALE DE CLASIFICARE	SISTEMUL GENETIC (NATURAL)		SISTEMUL MORFOLOGIC POTONIÉ 1956-1975	
INCRENGĂTURĂ	INCRENGĂTURĂ		ÎNCRENGĂTURA - EMBRIOPHYTA SUBÎNCRENG. - ANGIOSPERME		ANTETURMA SPORITES H.POTONIÉ	Tip PORITES
CLASA	CLASA		CLASA DICOTILEDONOPSIDA		TURMA TRILITES (REINSCH), R.POTONIÉ ŞI KREMP	SUPRATIP TRIPORITES
ORDIN	ORDIN		ORD. FAGALES		SUBTURMA AZONOTRILITES	SUPRAGRUPA
FAMILIE	FAMILIE		FAM. BETULACEAE		INFRATURMA APICULATI	
GEN	ORGAN-GEN	FORMA-GEN	GENUL ALNUS	ORGAN-GENUL ALNITES	FORMA-GENUL GRAMISPORITES	
SPECIE	SPECIE	SPECIE	SPECIA ALNUS RUGOSA	ORGAN-SPECIA ALNITES TATIFOLIA	FORMA-SPECIE G.MAJOR	
PLANTE ACTUALE	RESTURI DE PLANTE FOSILE		SPORI ŞI POLENUL SUBFOSILI APARŢINÎND SPECIILOR DE PLANTE ACTUALE	TAXONI PE BAZĂ DE ORGANE DISPARATE	TAXONI DE SPORI-POLEN	
			RESTURI DE PLANTE FOSILE		RESTURI DE PLANTE FOSILE	

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

împart din nou în subgrupe, în funcţie de prezenţa sau absenţa bordurii marginale:

— *Zonotriletes*, — *Zonomonoletes*,
— *Azonotriletes*, respectiv — *Azonomonoletes*.

S. N. Naumova, pe baza unui ansamblu de criterii morfologice, a separat 19 unităţi în cadrul *Triletes* şi 25 unităţi în cadrul *Monoletes* — unităţi pe care ea le consideră analoage genurilor. (Majoritatea autorilor, inclusiv cei sovietici[1], nu împărtăşesc acest punct de vedere, ci arată că, de fapt, cele 19, respectiv 25 de unităţi stabilite de Naumova trebuie să fie corelate cu ranguri taxonomice superioare genului, din sistematica botanică.)

Nomenclatura morfologică stabilită de R. Potonié (1956—1975)[2] şi Thomson-Pflug (1953) a pus bazele încadrării morfologice a

Tabelul II

Principalele grupe de plante care produc spori-polen (F — fosile; A — actuale).

SPORI	I. THALLOPHÝTA	— Alge Ciuperci Licheni	
	II. BRYOPHÝTA	— Hepatice Muscinee	
	III. PTERIDOPHYTA	— Nematofite	
		— Psilopsida	
		— Lycopsida	Isoetaceae F+A Selaginellaceae F+A Lycopodiaceae F+A *Lepidodendraceae* F *Sigillariaceae* F *Bothrodendraceae* F
		— Sphenopsida (=Articulata)	Equisetaceae F+A *Clamariaceae* F *Sphenophyllaceae* F
		— Filicopsida	F+A
POLEN	IV. SPERMATOPHÝTA= FANEROGAME	— Gimnosperme	*Pteridospermopsida* F *Cordaitopsida* F Ginkgopsida F+A Cycadopsida F+A
		— Chlamydosperme	Gnetales F+A Welwitschiales A
		— Angiosperme	Monocotiledonate F+A Dicotiledonate F+A

[1] A se vedea, de exemplu, B. P. Jijcenko: „Mikropaleontologhiceskaja metodi", Izd. Nauka, Moskva, 1968.

[2] R. Potonié, „Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae" (I—VII), 1956—1975.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unei bune părți din sporii și polenul precuaternari cunoscuți la timpul respectiv. În același spirit sînt întocmite și „caietele" de spori-polen fosili ale lui W. Krutzsch (I—VII) (1961—1976), ca și alte monografii palinologice.

Detalii privind taxonii morfologici de spori și polen fosili le vom prezenta în cap. III, paragrafele 5, 6.

Trebuie reținut că atît la descrierea morfologică a sporilor-polenului actuali, cît și a celor fosili se folosește o terminologie specifică. Aceasta a fost stabilită de diferiți autori, dintre care merită să reținem numele lui Iversen-Faegri (1950), Iversen-Troels Smith (1950), Erdtman (1952), Erdtman—Vishnu Mittre (1958), Erdtman—Straka (1961) ș.a. Această nomenclatură stă și la baza stabilirii sistemelor de clasificare morfologice de care am amintit în paginile anterioare.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III. MORFOLOGIA PALINOMORFELOR

1. ACRITARCHA

Acritarchii cuprind microfosile unicelulare sau aparent unicelulare, care au un test alcătuit din substanţe organice şi care au în interior o cavitate. Apertura, simetria, structura şi ornamentaţia acestor organisme este variată. Cavitatea internă poate exista sau nu; dacă ea există, atunci între această cavitate şi peretele exterior se creează diferite legături sau acestea pot lipsi. Testul poate fi neruptural (inaperturat, fără deschideri) şi ruptural (aperturat cu deschideri), iar în acest caz deschiderea este circulară sau poate avea diferite forme şi se numeşte *pylom* (fig. 6). Mare parte din acritarchi sînt alcătuiţi din forme cunoscute drept histrichosfere, în special cele din paleozoic. Unele tipuri sînt ornamentate la exterior cu prelungiri spiniforme (spini), de unde şi asemănarea cu dinoflagelatele şi histrichosferele. Acritarchi au fost întîlniţi în roci cristaline, roci carbonatate (calcare, marne), sedimente clastice, începînd din proterozoic şi pînă la orizonturile tinere.

1.1. GENERALITĂŢI

Denumirea de Acritarcha vine de la cuvintele greceşti ακριτοζ (nesigur) şi ἀρχή (origine); deci reprezintă o categorie de microfosile organice cu o origine nesigură.

Morfologic, acritarchii sînt foarte variaţi şi cuprind microfosile fără afinităţi între ele, dar care se pot determina cu precizie. Grupul Acritarcha nu reprezintă un grup artificial (formal), ci este ataşat ordinului *Hystrichosphaerides*, dar în sensul de nedinoflagelate. Acest grup cuprinde reprezentanţii unei asociaţii de organisme extrem de variate polifiletic. Iniţial, grupul acesta cuprindea toate formele de histrichosferide (s.l.) ce nu puteau fi determinate ca dinoflagelate. Astfel de microfosile sînt foarte variate din prote-

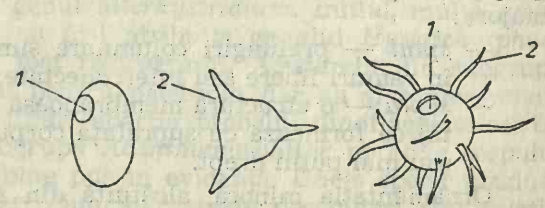


Fig. 6 — Elemente morfologice la grupul Acritarcha:
1 — pylom; *2* — prelungiri spiniforme.

rozoic, pînă în perioadele geologice mai noi, atît morfologic cît şi ca dimensiuni, putînd fi de la cîţiva microni pînă la 150 microni. În general, astfel de microfosile au afinităţi cu algele după observaţiile lui Eisenack (1938, 1962), dar există şi alte interpretări (Deflandre, 1947). Unele tipuri postpaleozoice sînt probabil dinoflagelate cărora le lipsesc minimum de elemente morfologice ca să poată fi determinate ca atare. Altele probabil reprezintă o varietate a diferitelor stadii de viaţă (ouă, chisturi, testuri mature) sau o asociere a unei celule la un alt organism, ambele fiind plante sau animale. Downie, Williams şi Sarjeant (1961) recomandă ca aceste organisme — dinoflagelate, histrichosfere sau alte microfosile organice cu afinităţi nesigure (incluzînd deci şi acritarchi) — să fie tratate după o nomenclatură botanică. Pe baza acestei recomandări autorii ulteriori, ca Evitt ş.a., au studiat acest grup de microfosile creînd genuri şi specii care ocupă o poziţie sigură în ierarhia taxonomică, pe baza unui cod şi a unei nomenclaturi corespunzătoare. Alţi autori însă continuă să nu facă deosebire între histrichosfere şi acritarchi, aplicînd direcţiile prefigurate iniţial asupra acestui grup de Eisenack şi Deflandre.

În general, acritarchii se găsesc în numeroase roci dar asociaţii bogate s-au întîlnit în calcare recifale şi nerecifale, alături de numeroase forme de microplancton fosil. Formele cu spini subţiri sau spini groşi delimitează zone depărtate de recifi, în timp ce formele fără spini, netede, sau papilate (spini mici) indică pentru aceste microfosile caractere ubiciste, deci organismele trăiau în condiţii semicontinentale.

1.2. MORFOLOGIE ŞI CLASIFICARE

Elementul morfologic esenţial la acritarchi este cavitatea centrală internă, despărţită de mediul extern printr-un perete alcătuit din materie organică primară. Numele care se dă elementului fosil depinde în mare măsură de forma cavităţii interne. Caracterul variabil al formei exterioare, a corpului, precum şi numărul şi dimensiunile foarte diferite ale spinilor ajută în mare măsură la denumirea şi clasificarea acritarchilor (pl. I, fig. 1—2). Prezenţa spinilor cu vîrfuri ascuţite şi a unor creste pe învelişul exterior a acritarchilor sugerează denumirea de *Hystrichosphaeride.*

Structura de suprafaţă a corpului central, reprezentată în general prin prelungiri cu dimensiuni apreciabile, este alcătuită din două tipuri majore:

— *spini* — prelungiri columnare simple care spre vîrf se ramifică în ramuri libere sau interconectate;

— *septa* — o structură membranoasă sub formă de ridicătură (creastă) ce formează cu suprafaţa corpului central un unghi mai mult sau mai puţin drept.

Ornamentaţia minoră, alcătuită din forme variate ca *granule, verrucae, spinulae, pilae,* este răspîndită.

Peretele exterior al multor tipuri de Acritarcha este alcătuit din unul sau două straturi incluzînd între ele un spaţiu bine delimitat ce

caracterizează subgrupele care au o cavitate internă a corpului și alta în interiorul peretelui exterior. Lipsa deschiderilor se observă la majoritatea acritarchilor, dar unii posedă pylom ca o deschidere operculată, care în mod frecvent este circulară (rar poligonală) sau o simplă fantă asemănătoare aperturei. Dacă pylomul nu prezintă o deschidere la exterior găsirea acesteia este dificilă, aproape imposibilă.

Varietatea formelor este limitată, iar structura acritarchilor este puțin evidentă. Aceste organisme fosile sînt cunoscute din diferite lucrări, în special din cele ce se referă la grupurile mai puțin studiate și care probabil au o varietate de afinități biologice, acestea fiind considerate printre criteriile principale folosite la clasificarea acritarchilor.

În clasificare au fost semnalate mai mult tipurile care au caractere morfologice comune. În taxonomia acritarchilor genurile sînt considerate forma-genera și sînt aranjate în subgrupe (imediat superioare) după o clasificare morfologică (artificială). Aceste subgrupe sînt denumite *turmae, supraturmae* etc., după clasificarea pentru sporomorfe utilizată de Potonié ș.a. Denumirea subgrupelor de Acritarcha are la origine descrierea principalelor caractere morfologice avînd ca sufix — *morphitae*. Datorită unei variații morfologice externe mari, este evidentă apariția unor probleme acute în definirea speciilor limită. Acest lucru se poate rezolva prin recurgerea la definiții mai largi, pentru speciile cu varietate mare, și la definiții stricte, pentru speciile fără varietăți morfologice mari. În cazul genurilor se renunță la similitudinile de definire cu a speciilor, denumirile dîndu-se după descrierea indivizilor. Pentru grupele care cer studii mai amănunțite, pentru detalierea afinităților posibile pe baza cunoașterii particularităților morfologice fundamentale, se pot utiliza taxonomii strict limitate.

Subgrupa Acanthomorphitae. Cuprinde acritarchi cu corpul sferic sau elipsoidal și cu prelungiri spiniforme radiale (pl. II, fig. 1—4). Acritarchi din această subgrupă sînt cel mai mult confundați cu histrochosferidele (s.s.), dintre care *Baltisphaeridium* (pl. II, fig. 1, 2) și *Micrhystridium* (pl. II, fig. 4) sînt cele mai importante genuri. Deosebirile dintre aceste genuri sînt bine cunoscute; ele diferă ca arie de distribuție, ca mărime (fiind mai mari sau mai mici de 20 μ) și număr și se observă de asemenea și o diferențiere de distribuție stratigrafică. Genul *Micrhystridium* se dezvoltă între paleozoic inferior și terțiar devenind comun în mezozoic. Speciile genului *Baltisphaeridium* sînt mai comune și în același timp diversificate începînd cu cambrianul superior și pînă în devonian. Varietatea și detalierea structurilor se observă mai mult la genul *Baltisphaeridium* decît la genul *Micrhystridium*. Inițial, multe specii ale genului *Baltisphaeridium* au fost atribuite genului *Hystrichosphaeridium*, dar ulterior acesta a fost restructurat. Acritarchi din subgrupa *Acanthomorphitae* sînt comuni pentru paleozoic, dar au și reprezentanți post-paleozoici. Cele mai noi tipuri aparțin probabil dinoflagelatelor. La multe specii analizate din subgrupa *Acanthomorphitae* peretele corpului central cu două straturi este bine pus în evidență. Unele specii prezintă un pylom circular cu un operculum, dar aceste deschideri sînt relativ rare. Majoritatea indivizilor și speciilor au deschideri care nu pot fi caracteristice pentru o specie. Multe dintre speciile de *Acanthomorphitae* se aseamănă cu histrichosferele și dinoflagelatele deoarece au prelun-

giri spiniforme de tipuri similare (pl. II, fig. 3 a, 3 b). Totuşi, această subgrupă ca şi celelalte tipuri de acritarchi diferă de histrichosfere, în primul rînd, prin lipsa unei aranjări a structurii de suprafaţă asemănătoare dispunerii plăcilor pe suprafaţa tecii de dinoflagelate; în al doilea rînd, ele au un pylom circular (rar poligonal) sau o deschidere asemănătoare, iar aceasta este în contrast cu arheopilul a cărui deschidere sau poziţie este corelabilă cu tabulaţia dinoflagelatelor.

Subgrupa Polygonomorphitae. Genul reprezentativ al acestei subgrupe este *Veryhachium* (pl. II, fig. 7, 8), care este caracterizat printr-un corp central cu formă poligonală sau subpoligonală, de la unghiurile căreia se desprind, în număr mic (3 la 8), spini goi pe dinăuntru. Genuri cu caractere oarecum similare sînt: *Wilsonastrum, Estiastra* (pl. II, fig. 6), *Pulvinosphaeridium,* (pl. II, fig. 5) şi *Evittia* (pl. II, fig. 9). La majoritatea formelor, peretele corpului central este simplu, neted sau granular la exterior. Majoritatea proiecţiilor spiniforme, precum şi dimensiunile testurilor sînt variabile. Deschiderea observată la mai multe specii este alcătuită dintr-un şliţ drept sau arcuit după o muchie. Acritarchi de acest fel sînt cei mai tipici pentru rocile paleozoice, dar formele triunghiulare simple se extind în tot cretacicul. Este caracteristică o mare varietate instraspecifică a formelor după lungimea spinilor. S-a observat că genul *Wilsonastrum* are o asemănare cu algele (J a n s o n i u s, 1962), pe baza structurii caracteristice a ţepilor şi a asemănării sigure cu resturile chlorococcalelor actuale.

Subgrupa Herkomorphitae. *Cymatiosphaera* (pl. II, fig. 16) cuprinde testuri cu corpul central sferic, avînd la exterior un reticulum alcătuit dintr-o septă fină. La genuri similare, reticulum poate fi format din creste *(Dictyotidium)* sau rînduri de proiecţii spiniforme *(Cymatiogalea)* cu vîrfuri simple sau furcate. Lumenul poligonal al reticulumului poate fi de formă regulată sau neregulată, dar acest aranjament nu defineşte tabulaţia dinoflagelatelor, care au un brîu ecuatorial (cingulum), o deschidere alungită (sulcus), iar de o parte şi de alta a cingulumului, poligoane grupate în serii. Poligoanele largi cu pylom circular sînt caracteristice pentru *Cymatiosphaera.* Testuri de acest fel au fost întîlnite în diverse roci începînd din paleozoicul inferior pînă în cretacicul inferior. Unele tipuri sînt comune în stratele silurian-devoniene, iar altele, mai mici, cu reticulum evident mai regulat cu septa scundă, se găsesc în jurasic şi cretacic.

Subgrupa Sphaeromorphitae. În această subgrupă sînt cuprinse formele cu testurile sferice sau elipsoidale cu un perete simplu. Ele se găsesc peste tot în secţiunile geologice, deşi majoritatea speciilor descrise sînt întîlnite din ordovician şi silurian. Formele fosile variază ca dimensiuni de la 10 la cîteva sute de microni. Peretele exterior este neted, fără riduri, uneori foarte fin spinulat, cu pylom circular bine vizibil la unele specii. Genul reprezentativ este *Leiosphaeridia* (pl. II, fig. 17). Mai mult de 20 de genuri au fost propuse pentru a fi incluse în familia *Leiosphaerideae.* E i s e n a c k (1956) consideră că genului *Leiosphaeridia* îi aparţin toate formele mici cu corpuri sferice, fiind considerate ca indivizi tineri. Structura peretelui acestor forme sugerează afinităţi între *Leiosphaeridia* şi *Halosphaera,* ce aparţin planctonului actual de alge verzi. Este însă destul de dificil de făcut astfel de asemănări mor-

fologice între o formă sferică simplă, fosilă și o formă actuală din care să se rețină caracterele specifice pentru unele tipuri de acritarchi. Alte trei genuri: *Tasmanites*, *Tytthodiscus* și *Crassosphaera* sînt tratate ca *Leiosphaeridia*, dar, după analiza secțiunilor făcute prin ele, sînt considerate ca diverse alte microfosile organice.

Subgrupa Netromorphitae. La genul *Leiofusa* (pl. II, fig. 13), testul este alungit cu polii rotunjiți sau ascuțiți. Eisenack propune includerea acestui gen în familia *Leiofusidae* ca gen caracteristic.

Lunulidia (pl. II, fig. 15) cuprinde testuri arcuate, cu o ornamentație similară. Aceste genuri sînt caracteristice pentru paleozoicul inferior și mediu. *Domasia* (pl. II, fig. 10—12) are un test alungit cu suprafața netedă; de la unul din poli pornesc două prelungiri spiniforme, iar de la celălalt altă prelungire. Peretele exterior este simplu și neted, prelungirile sînt pline (solide) sau goale cel puțin la bază. Nu se observă deschiderea. Specii similare sînt atribuite genului *Deunffia* (pl. II, fig. 14) ce este descris ca tip de tranziție între genurile găsite. Unele forme arată o distinctă simetrie bilaterală cu comprimarea unghiurilor drepte, altele au mai mult sau mai puțin o simetrie axială. Acritarchi de tipul *Domasia-Deunffia* sînt foarte răspîndiți în formațiunile siluriene. Multe forme cu variabilități foarte mari pot fi separate în specii distincte, cu mare precizie stratigrafică. Downie (1964) analizează distribuția stratigrafică și posibilele relații evolutive ale acestor două genuri. Conturul genului *Domasia* cu trei spini sugerează conturul cu trei coarne al peridinoidelor ce aparțin sigur dinoflagelatelor, dar nici un alt caracter distinctiv nu arată o afinitate cu dinoflagelatele. Formele celulare sînt asemănătoare celor descrise în planșele I și II și pot fi găsite printre algele clorofite din apele limpezi curgătoare, actuale (ex. *Schroederia*).

Subgrupa Pteromorphitae. Genul *Pterospermopsis* este caracterizat printr-un corp principal globular pînă la lenticular, prevăzut cu o bordură ecuatorială fină, care poate fi netedă sau ondulată și purtînd adesea cute evidente, radiale. Speciile bine descrise aparțin depozitelor de vîrstă jurasică pînă la terțiar mediu, dar tipuri morfologice similare au fost bine observate și în devonian, iar tipuri greu de distins se întîlnesc în mările actuale. Pylomul nu se poate vedea. Wetzel propune familia de *Pterospermopsidae* pentru genul *Pterospermopsis*. Numele genului face aluzie la asemănarea cu *Pterosperma* Pouchet, component al planctonului marin actual cu o poziție sistematică nesigură.

Duvernaysphaera (pl. VI, fig. 10) din silurian și devonian este un tip cu puține elemente morfologice similare, cu o bordură ecuatorială ce suportă de la 10 la 20 prelungiri ale corpului principal, avînd aspectul unor degete de mănușă sau „tuburi de orgă". Aceste „tuburi" pot fi goale la bază, unde începe delimitarea cavității corpului principal. Distinctivă și foarte răspîndită în eocen — oligocen este *Thalassiphora pelagica*, inițial atribuită la *Pterospermopsis*, care are arheopil și, în afară de acesta, caractere asemănătoare unor genuri de dinoflagelate. Trăsături specifice dinoflagelatelor atribuite genului *Pterospermopsis* nu se cunosc.

Subgrupa Prismatomorphitae. Testurile de *Polyedrixium* (pl. II, fig. 19—20) au ca formă fundamentală un poliedru cu muchiile angulare sau îngroșate. De pe aceste muchii sau din colțuri pornesc niște prelungiri spiniforme sau de forma unor tuburi goale în interior (hor-

nuri), formînd ridicături cu aspectul unor creste îngroşate şi ascuţite la extremităţi. Dezvoltarea prelungirilor ascuţite între colţurile formei este evidentă.

Staplinium (pl. II, fig. 21) este o formă similară poliedrală, dar lipsită de proiecţii (prelungiri) pe muchii şi colţuri. Suprafaţa generală a corpului este netedă sau granulată, alteori ornamentată cu spini minusculi. La aceste genuri nu se observă pylom. Ele sînt slab cunoscute din intervalul devonian — triasic.

Subgrupa Diacromorphitae. Familia Diacrodiaceae a fost stabilită de Timofeev (1958) pentru fosilele distinctive cambriene, pe care el le credea alge unicelulare. Aceste fosile sînt caracterizate printr-un test gol în interior, cu o zonă ecuatorială netedă, care separă două suprafeţe polare ce pot fi simplu rugulate sau, mai mult, granulate sau spinosate. Zona ecuatorială este dreaptă sau uşor concavă sau convexă, astfel că forma generală a corpului variază de la aspectul aproape sferic la cel elipsoidal.

Nu se cunoaşte pylomul (pl. II, fig. 22—23). Deflandre şi Deflandre-Rigaud (1961), după ce au revizuit validitatea nomenclaturii şi justificarea taxonomică a întregii suite a genurilor determinate de Timofeev, au acceptat patru genuri: *Trachydiacrodium, Lophodiacrodium, Acanthodiacrodium* şi *Dasydiacrodium,* care se referă la o nouă familie zoologică *Trachydiacrodiideae,* echivalentă cu familia botanică a lui Timofeev, *Diacrodiaceae.* Formele descrise de Timofeev provin din formaţiunile cambriene de pe coastele estice ale Mării Baltice. Alte specii sînt cunoscute din tramadocianul din Anglia şi Africa de nord. *Palaeostomocystis echinulata* Deflandre din cretacic este similară cu speciile vechi descrise, dar asemănarea mai evidentă este cu genul actual *Echinium,* descris de Meunier (1910) din planctonul arctic. Afinităţile cu genul *Echinium* par nesigure şi prin absenţa reprezentanţilor fosili intermediari. De asemenea, pare îndoielnică relaţia dintre *Echinium* şi *Palaeostomocystis* cu diacromorfitele cambriene, care probabil reprezintă un grup „închis" de organisme, fiecare avînd afinităţile sale precise.

Acritarchii cu corp interior. Majoritatea acritarchilor menţionaţi mai sus au peretele corpului alcătuit dintr-un singur strat. În multe asociaţii de microfosile organice, în special din jurasic şi cretacic, se constată că indivizii ce iau parte la aceste asociaţii au un corp central interior, înconjurat la exterior de un perete. Aceste microfosile se pot clasifica numai după formă (subgrupa *Disphaeromorphitae,* sferice, *Dinetromorphitae,* fusiforme, *Platymorphitae,* turtite) (pl. II, fig. 24—26). Deşi elementele specifice de identificare lipsesc, formele externe distinctive şi urmele deschiderilor, care ar dovedi prezenţa arheopilului, arată totuşi că unele din aceste fosile pot fi dinoflagelate. Numeroase genuri au fost astfel deosebite după mai multe studii, referitoare numai la o singură specie. În contrast, *Wallodinium* (pl. II, fig. 26) este reprezentat prin multe specii din jurasicul din Europa şi Australia. Acest gen are formă cilindrică, dreaptă sau curbă şi o deschidere truncată probabil arheopil. Corpul interior este mare, forma este în general asemănătoare pentru multe din speciile sale.

1.3. EVOLUȚIA ACRITARCHILOR

Evoluția acritarchilor este greu de pus în evidență în măsura în care acest grup de organisme cu afinități botanice incerte înglobează resturi vegetale foarte diverse. Acritarchii sînt cunoscuți ca existînd din precambrian pînă în zilele noastre. Ei traversează, în timpul evoluției, diferite perioade cu o mare diversitate și extincții succesive, generale sau specifice. Aceste perioade corespund sigur cu înflorirea și dezvoltarea mare a grupelor de alge de origine foarte diferită (fig. 7).

În figura 8 este prezentată evoluția generică a acritarchilor în decursul perioadelor geologice, fiind cuprinse și leiosferele și tasmanaceele (alge Prasinophyceae). Fiecare coloană indică numărul total de taxoni pentru o perioadă geologică precisă. Sectorul alb al fiecărei coloane arată genurile persistente, dar care provin din perioade anterioare, iar sectorul haşurat, apariția și numărul taxonilor noi. Extincția taxonilor este reprezentată prin două curbe: curba continuă indică diferența dintre numărul total al taxonilor persistenți la sfîrșitul unei perioade geologice și numărul de taxoni de la sfîrșitul perioadei următoare. Procentajul genurilor noi este evidențiat de curba întreruptă ce pleacă din centrul fiecărei coloane. Vîrfurile acestor curbe indică perioadele de evoluție rapidă. De exemplu, în timpul ordovicianului, diversitatea și viteza de apariție a genurilor noi este mai ridicată (59 de genuri în 60 milioane de ani). În același timp, din paleocen pînă în miocen, numărul de genuri apărut nu este decît de 21.

Evoluția acritarchilor după maximul din ordovician este în declin pînă în devonianul superior, atingînd valorile minime în carbonifer. Începînd din permian se observă din nou o creștere evolutivă, care atinge

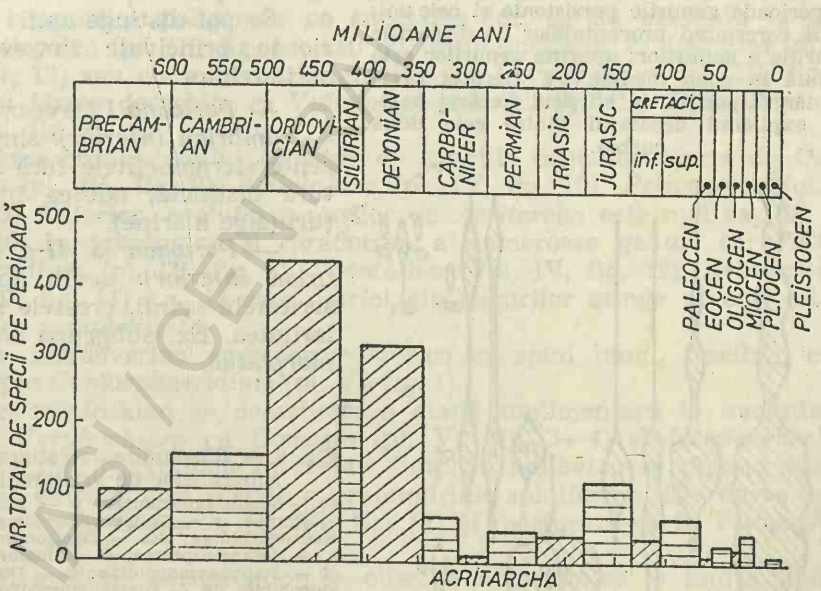


Fig. 7 — Distribuția cantitativă a speciilor de Acritarcha în timp geologic.

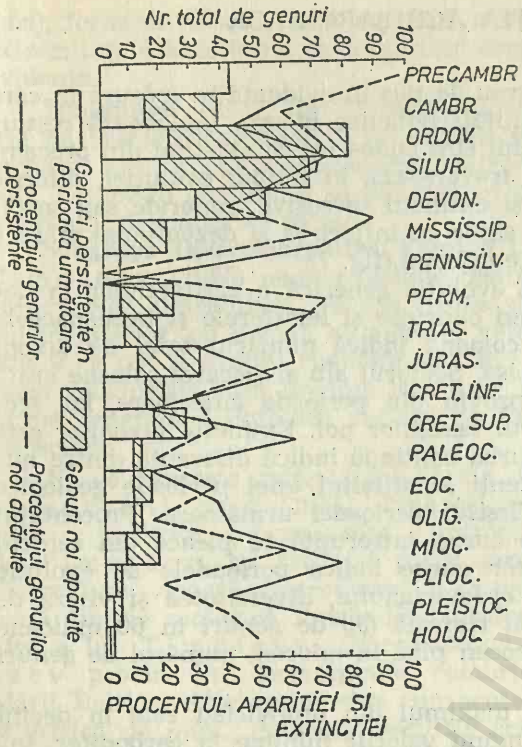


Fig. 8 — Curba evoluției acritarchilor în timp geologic (coloanele indică pentru fiecare perioadă genurile persistente și cele noi; curbele corespund procentajelor de dispariție și apariție a genurilor; apariția genurilor este calculată în zona mediană a fiecărei perioade, iar dispariția, la sfîrșitul fiecărei perioade, explicînd decalajul dintre cele două curbe).

un al doilea maxim în jurasic, dar nu de talia celui din ordovician. După jurasic se înregistrează o scădere evolutivă a acestor organisme, care atinge valorile minime în pleistocen și actual.

Se poate afirma deci că în evoluția acritarchilor ordovicianul și jurasicul reprezintă două etape cu dezvoltare maximă.

În ceea ce privește repartiția speciilor pe subgrupe, în funcție de analizele morfologice ale acritarchilor, ansamblul de genuri a fost împărțit în 14 subgrupe sau familii (fig. 9). Această repartiție pe subgrupe pune în evidență evoluția și importanța în timp a acritarchilor care în paleozoic este maximă.

În mezozoic se dezvoltă numai reprezentanții care definesc sfîrșitul subgrupelor (filumurilor), în majoritate pe seama creșterii numărului de indivizi aparținînd acelorași genuri sau specii.

Se pot distinge astfel 8 perioade principale în evoluția acritarchilor:

— *Perioada I (precambrian — cambrian inferior):* sînt prezente sferomorfitele fără structură distinctă, adesea în lanțuri (alge marine).

— *Perioada a II-a (cambrian inferior):* acum apar la acritarchi spinii, crestele și polaritatea. Ex. subgrupa *Diacromorphitae.*

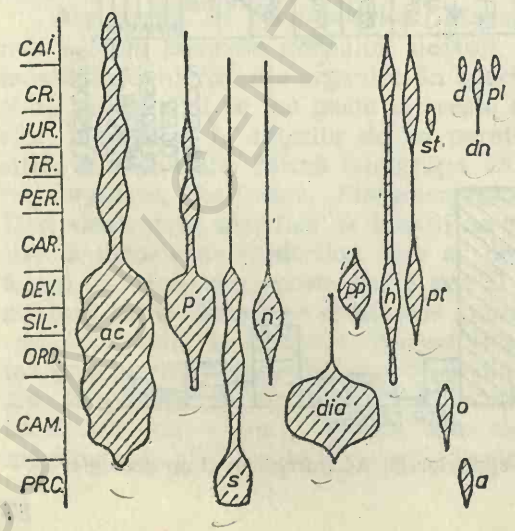


Fig. 9 — Răspîndirea stratigrafică a subgrupelor de acritarchi:
ac — Acanthomorphitae; *p* — Polygonomorphitae; *s* — Sphaeromorphitae; *n* — Netromorphitae; *dia* — Diacromorphitae; *h* — Herkomorphitae; *o* — Oomorphitae; *st* — Stephanomorphitae; *d* — Dispheromorphitae; *dn* — Dinetromorphitae; *pl* — Platymorphitae; *pt* — Pteromorphitae; *pp* — Prismatomorphitae.

— *Perioada a III-a* (cambrian inferior — tremadocian): apare deschiderea (pylom); se dezvoltă subgrupele *Acanthomorphitae, Herkomorphitae, Tasmanaceae.*

— *Perioada a IV-a* (areningian — caradocian): apar reprezentanții subgrupei *Polygonomorphitae* (*Veryhachium*, pl. III, fig. 19).

— *Perioada a V-a* (silurian): apar specii ale genului *Baltisphaeridium* (pl. III, fig. 16), se dezvoltă specii ale genului *Diexallophasis* (pl. VII, fig. 1) și au importanță stratigrafică pentru datarea silurianului; este a doua „înflorire" (explozie) după ordovician.

— *Perioada a VI-a* (devonian): se caracterizează prin diminuarea numărului de specii și apariția cîtorva tipuri noi în devonianul mediu.

— *Perioada a VII-a* (carbonifer — triasic): se caracterizează prin persistența genurilor *Micrhystridium* (pl. IV, fig. 1) și *Veryhachium* (pl. III, fig. 19).

— *Perioada a VIII-a* (triasic — actual): se caracterizează prin prezența în continuare a speciilor genului *Micrhystridium*, apoi a tasmanaceelor și a algelor de tip *Pachysphaera, Pterospermopsis* (pl. V, fig. 5), *Cymatiosphaera* (pl. II, fig. 16).

Principalele genuri cu importanță stratigrafică sînt repartizate astfel:

În infracambrian apar forme mate cu spini mici, cum sînt genurile *Baltisphaeridium* și *Micrhystridium*, la care se asociază tipuri cu testul sferic, fără ornamentație de tipul sferomorfitelor.

În cambrianul inferior, genurile *Sphaeridium* (pl. III, fig. 15) și *Leiosphaeridia* (pl. III, fig. 11) sînt abundente. Apar și primele tipuri cu ornamentație diferențiată, cum ar fi diacromorfitele.

Pentru cambrianul mediu este caracteristic genul *Ooidium* (pl. III, fig. 13), cu o zonă de ornamentație în regiunile polare.

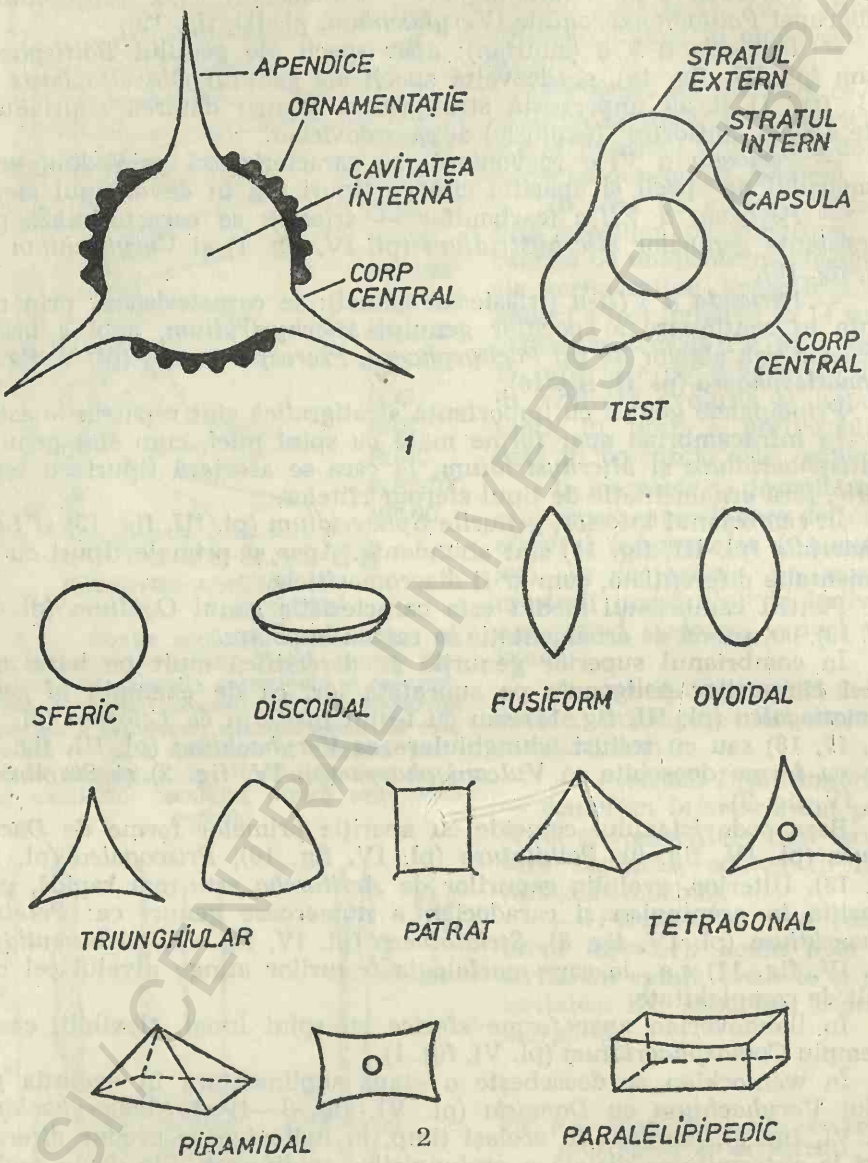
În cambrianul superior genurile se diversifică mult pe baza apariției cîmpurilor poligonale pe suprafața lor, ca de exemplu la genul *Cymatiogalea* (pl. III, fig. 14) sau cu testul fusiform ca *Leiofusa* (pl. III, fig. 17, 18) sau cu testuri triunghiulare ca *Veryhachium* (pl. III, fig. 19) sau cu forme deosebite ca *Vulcanisphaera* (pl. IV, fig. 2) și *Staplinium* (pl. IV, fig. 3).

Baza ordovicianului coincide cu apariția primelor forme de *Dactylofusa* (pl. IV, fig. 9), *Poikilofusa* (pl. IV, fig. 10), *Priscogalea* (pl. IV, fig. 13). Ulterior, evoluția genurilor de *Acritarcha* este mai rapidă, prin apariția în areningian și caradocian a numeroase genuri ca: *Peteinosphaeridium* (pl. IV, fig. 8), *Striatotheca* (pl. IV, fig. 12), *Arbusculidum* (pl. IV, fig. 11) ș.a., la care morfologia testurilor atinge nivelul cel mai înalt de complexitate.

În llandoverian apar forme sferice cu spini lungi, flexibili, ca de exemplu *Comasphaeridium* (pl. VI. fig. 1).

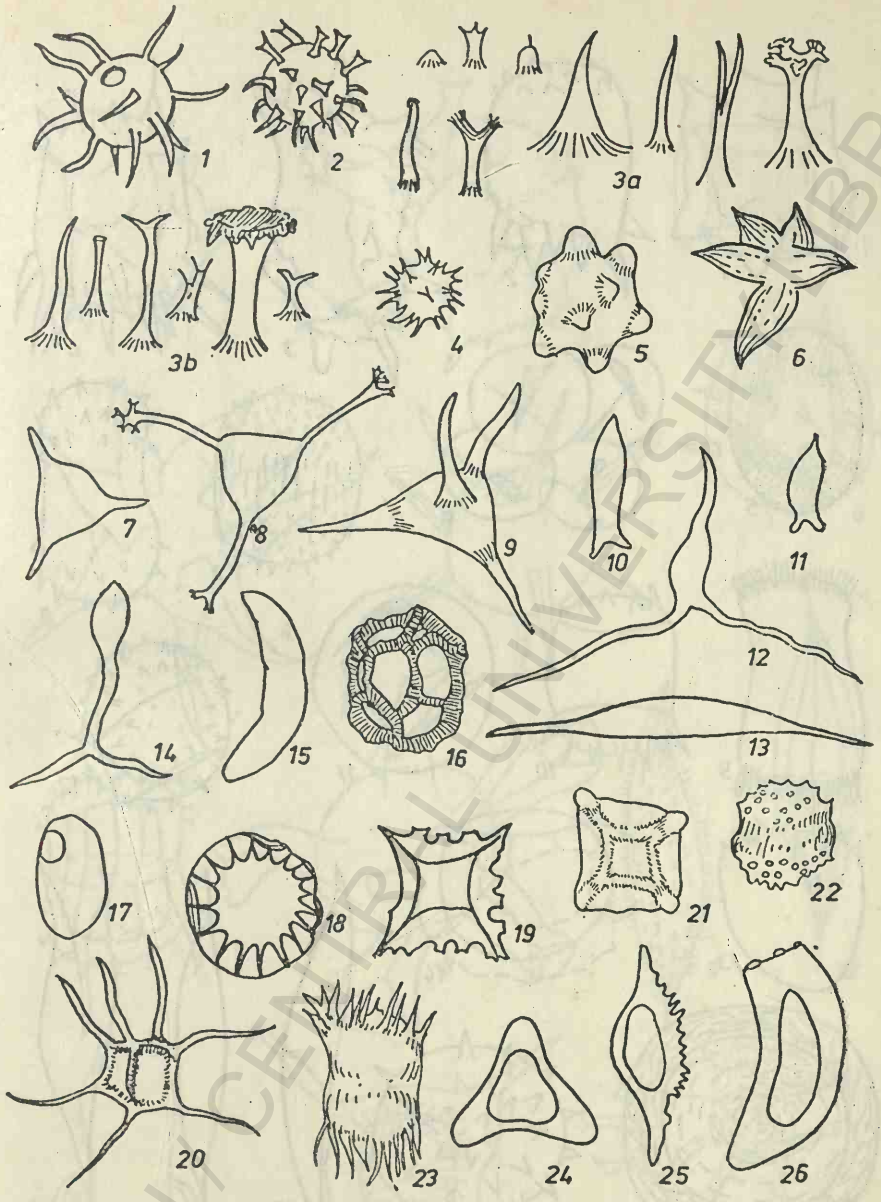
În wenlockian se deosebește o etapă suplimentară în evoluția genului *Veryhachium* cu *Domasia* (pl. VI, fig. 3—4) și *Neoveryhachium* (pl. VI, fig. 8). Aproape în același timp, în ludlovian se produc diferențieri la extremitatea distală a prelungirilor spiniforme. Ele devin multifurcate ca la *Leoniella* (pl. VI, fig. 11) și măciucate ca la *Visbysphaera* (pl. VII, fig. 3).

În evoluția acritarchilor se observă o încetinire la limita silurian-devonian. În emsian își fac apariția genurile *Crameria* (pl. VII, fig. 4) și *Polyedrixium* (pl. VII, fig. 7), aparținînd subgrupei *Prismatomorphitae.*



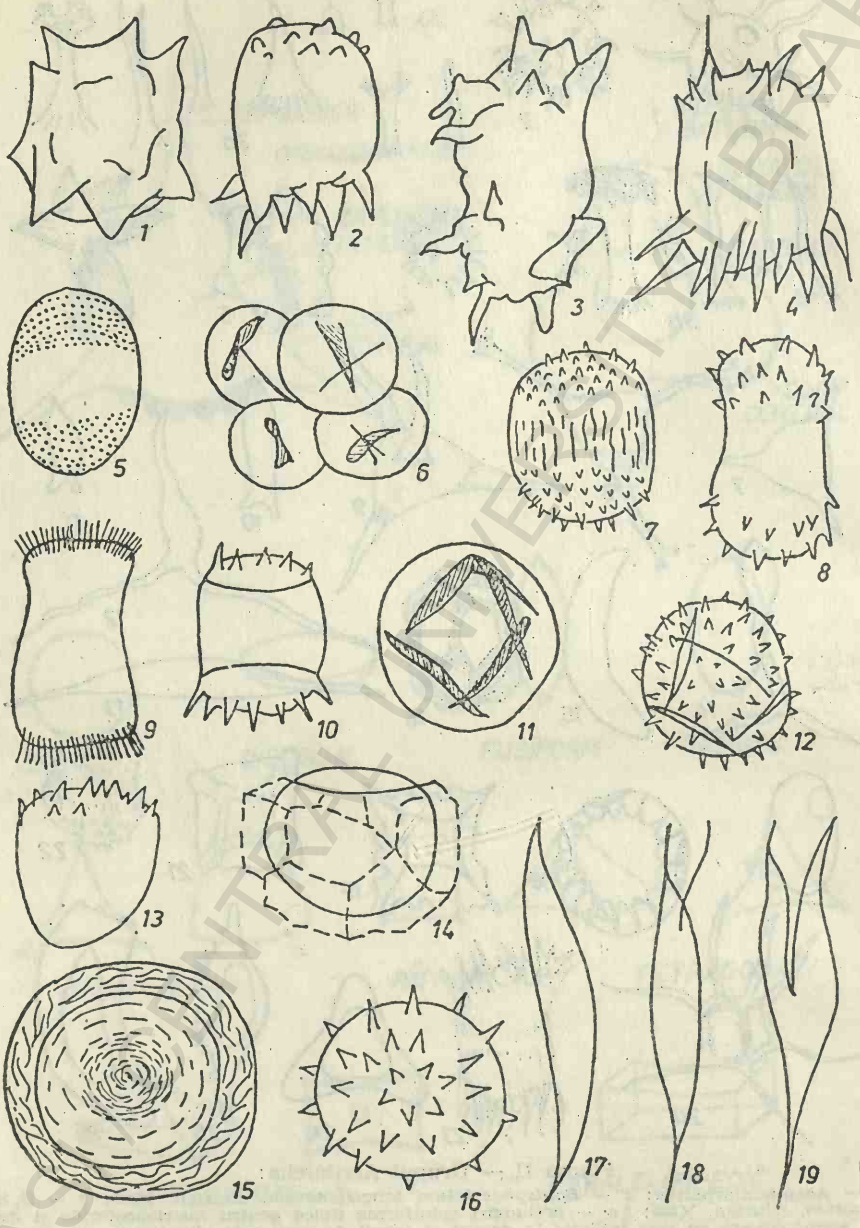
Planșa I — Grupul Acritarcha:
1 — morfologia testului la *Acritarcha*; *2* — forma corpului central la *Acritarcha*.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa II — Grupul Acritarcha:

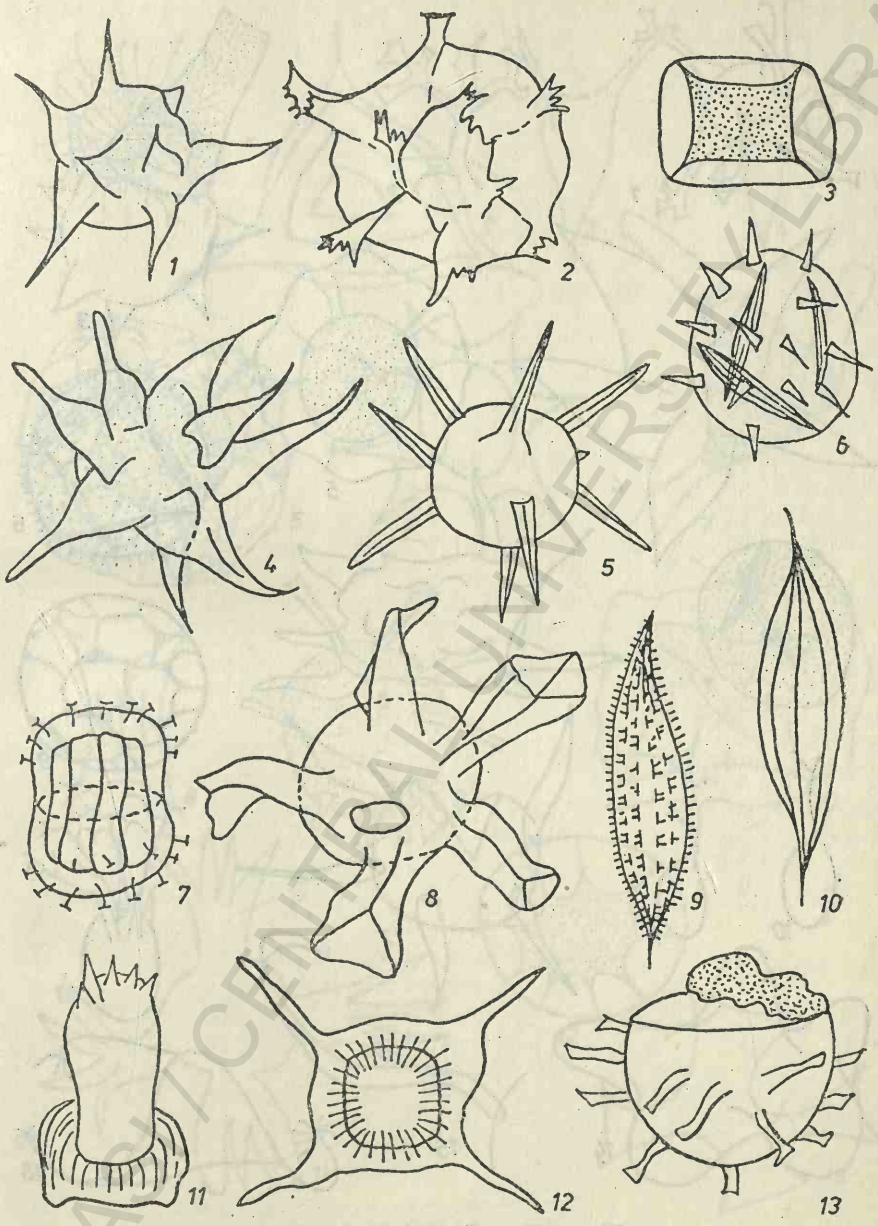
1—4 — Acanthomorphitae: *1* — *Baltisphaeridium longispinosum*, silurian, ×300; *2* — *B. brevispinosum*, silurian, ×300; *3 a* — prelungiri spiniforme tipice pentru histrichosferide şi dinoficee, asemănătoare cu cele întîlnite la genuri şi specii de acritarcha din subgrupul Acanthomorphitae; *4* — *Micrhystridium inconspicuum*, silurian, ×250; *5—9* — Polygonomorphitae: *5* — *Pulvinosphaeridium pulvinellum*, silurian, ×150; *6* — *Estiastra magna*, silurian, ×100; *7—8* — *Veryhachium* sp., silurian, ×750; *9* — *Evittia* sp.; *10—15* — Netromorphitae: *10—12* — *Domasia* sp., silurian, ×750; *13* — *Leiofusa* sp., silurian, ×250; *14* — *Deunffia* sp., silurian, ×750; *15* — *Lunulidia lunula*, ordovician, ×50; *16* — Herkomorphitae: *Cymatiosphaera* sp., eocen, ×750; *17* — Sphaeromorphitae: *Leiosphaeridia ovalis*, ordovician, ×100; *18* — Pteromorphitae: *Helios arandoides*, silurian, ×800; *19—21* — Prismatomorphitae: *19* — *Polyedrixium* sp., devonian, ×400; *20* — *P. pharaonis*, devonian, ×500; *21* — *Staplinium hexaeder*, triasic, ×1500; *22—23* — Diacromorphitae: *22* — *Lophodiacrodium bubnoffi*, cambrian, ×750; *23* — *Acanthodiacrodium barbullatum*, cambrian, ×750; *24—26* — Acritarcha cu capsulă: *24* — *Trigonopyxidia ginella*, cretacic, ×500; *25* — *Cirrifera unilateralis*, cretacic, ×600; *26* — *Wallodinium krutzschi*, cretacic, ×500.



Planșa III — Grupul Acritarcha:

1—2 — Acanthodiacrodium; 3 —Homodiacrodium; 4, 10 — Dasydiacrodium; 5 — Trachydiacrodium; 6 — Synsphaeridium; 7, 8 — Lophodiacrodium; 9 — Diacrodium; 11 — Leiosphaeridia; 12 — Elektoriakos; 13 — Ooidium; 14 — Cymatiogalea; 15 — Sphaeridium; 16 — Archaeohystricholosphaeridium (=Baltisphaeridium); 17, 18 — Leiophusa; 19 — Veryhachium (1—19, ×1000).

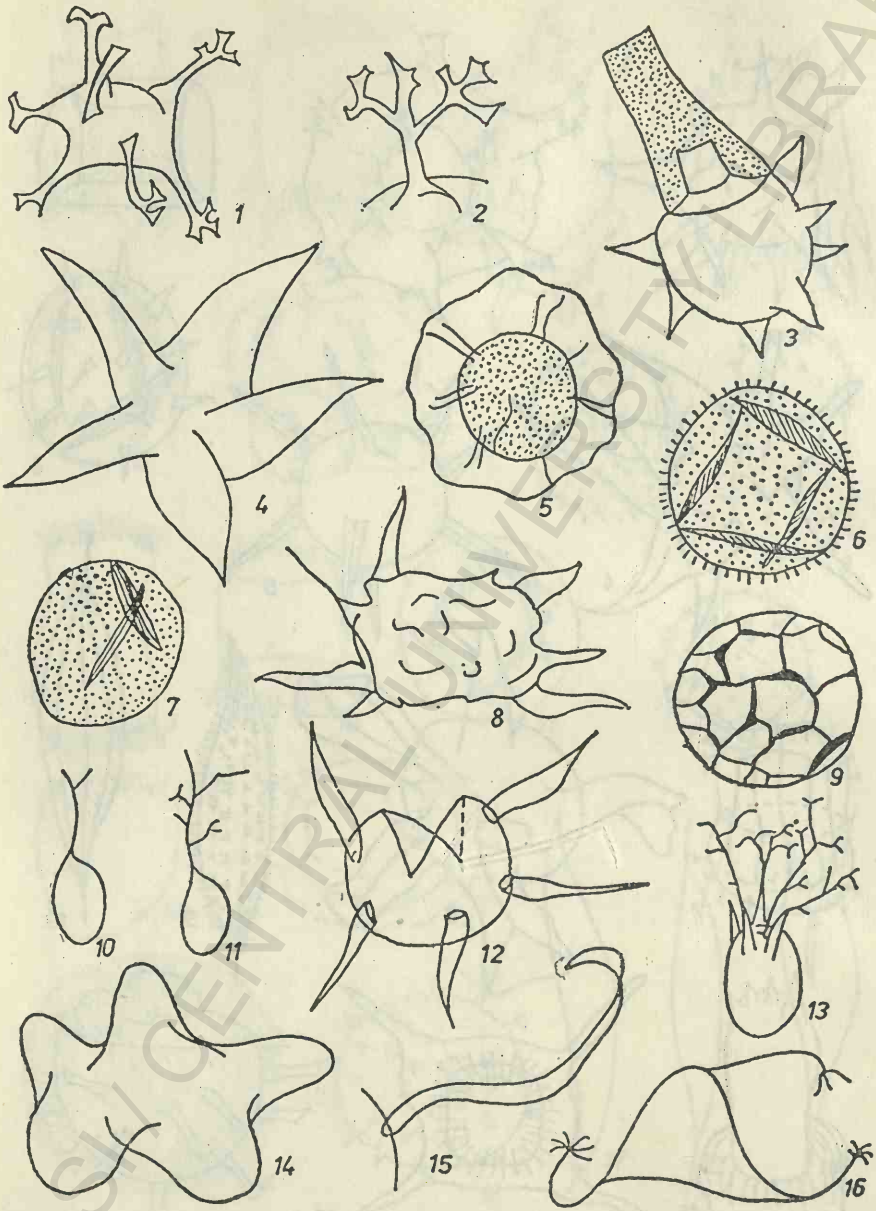
BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa IV — Grupul Acritarcha:

1 — Impluviculus (=Micrhystridium); 2 — Vulcanisphaera; 3 — Staplinium; 4 — Polygonum; 5, 6 — Solisphaeridium; 7 — Coryphidium; 8 — Peteinosphaeridium; 9 — Dactylophusa; 10 — Poikilophusa; 11 — Arbusculidium; 12 — Striatotheca; 13 — Priscogalea (1—13, ×1000).

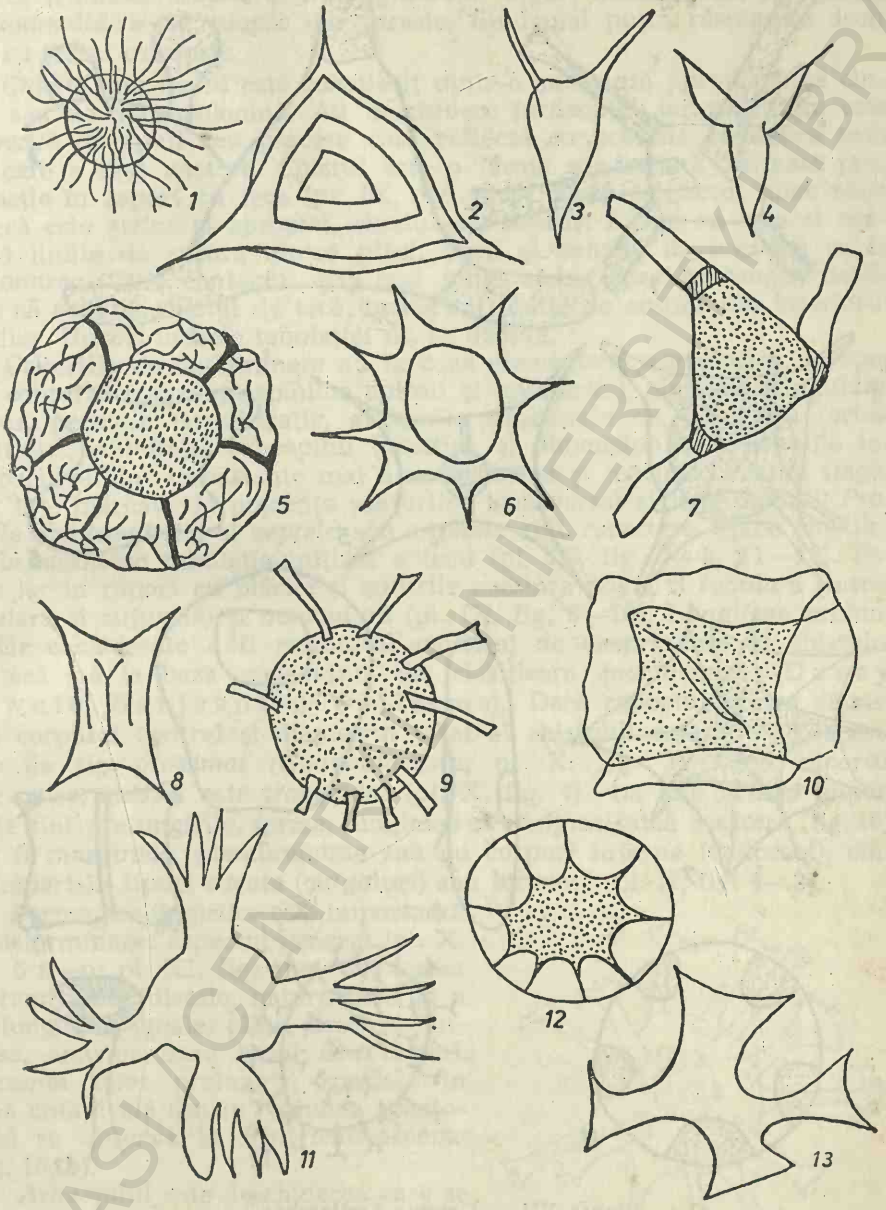
BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa V — Grupul Acritarcha:

1 — Multiplicisphaeridium; 2 — Multiplicisphaeridium (detaliu); 3 — Aremoricarum; 4 — Estiastra; 5 — Pterospermopsis; 6 — Lophosphaeridium; 7 — Trachysphaeridium; 8 — Priscotheca; 9 — Dictyodinium; 10, 11 — Deunffia; 12 — Orthosphaeridium; 13 — Hemibaltisphaeridium; 14 — Pulvinosphaeridium; 15 — Bacisphaeridium; 16 — Frankea (1—16, ×1000).

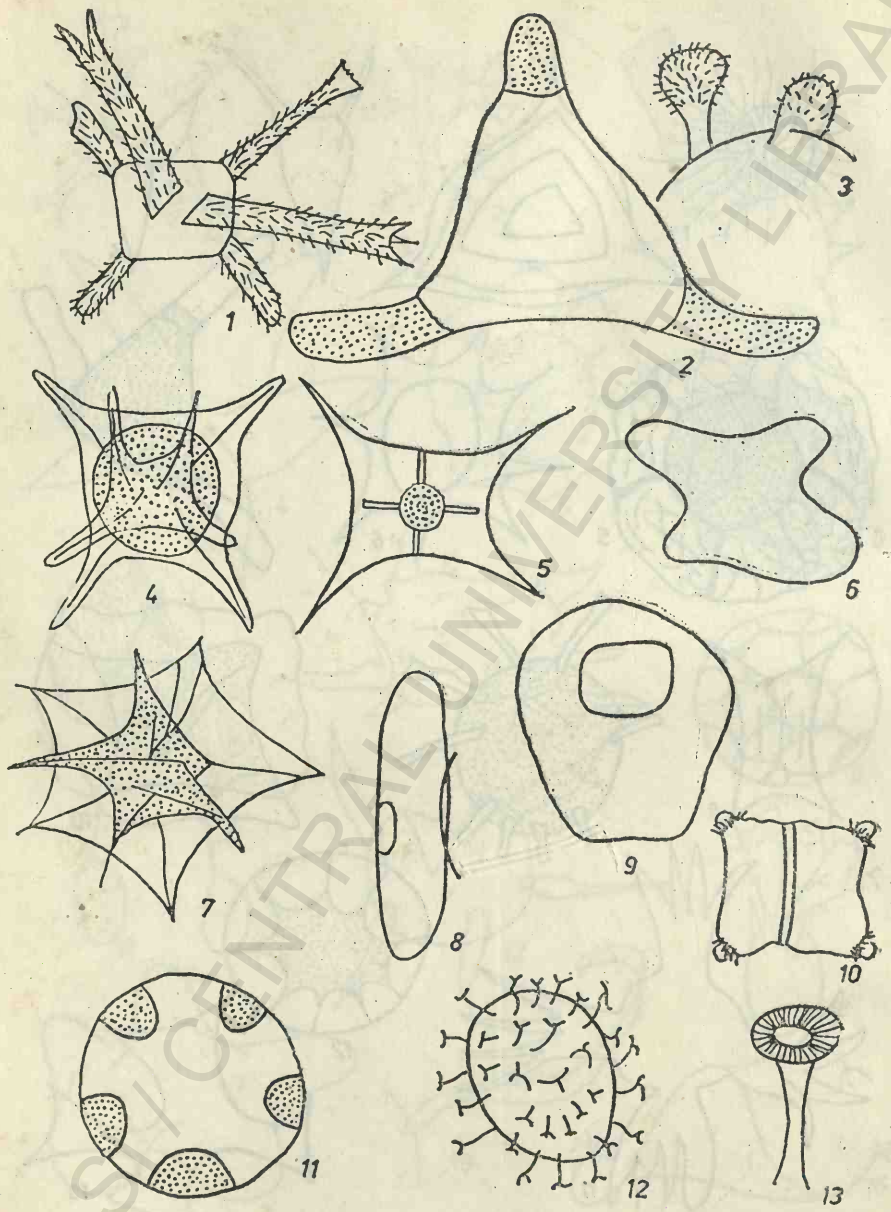
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa VI — Grupul Acritarcha:

1 — Comasphaeridium; 2 — Arkonia; 3, 4 — Domasia; 5 — Tunisphaeridium; 6 — Solita; 7 — Triangulina; 8 — Neoveryhachium; 9 — Gorgonisphaeridium; 10 — Duvernaysphaera; 11 — Leoniella; 12 — Helios; 13 — Qadriditum (1—12, ×1000).

BCU IASI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY



Planşa VII — Grupul Acritarcha:

1 — Evittia (=Diexallophasis); 2 — Onondagella; 3 — Visbysphaera; 4 — Crameria; 5 — Deflandrastrum; 6 — Horologinella; 7 — Stellinium (=Polyedrixium); 8 — Navifusa; 9 — Arpylorus; 10 — Schizocysta; 11 — Maranthites (=Tapajonites); 12 — Ammonidium; 13 — Umbellasphaeridium (1—12, ×1000).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tubulari, ramificați, cunoscuți sub denumirea veche de *„Hystrichosphaera"*. Majoritatea indivizilor fosili sînt faze chistate, cu excepția genurilor *Nannoceratopsis* și *Dinogymnium*. Tipuri mineralizate în $CaCO_3$, *Calciodinelideae* se cunosc din jurasic, fiind mai puțin răspîndite decît cele cu testul celulozic.

Chistul sau *testul* este constituit dintr-o substanță apropiată de chitină sau de sporopolenină. Au deschidere *(arheopil)*, iar suprafața este acoperită de spini sau procese care reflectă cu precizie structura tecii din care a luat naștere. Chistul este o formă condensată, formată prin retracție în raport cu teca (pl. IX, fig. 1—6). Dacă contactul între chist și tecă este strîns și apropiat, chistul are aceeași formă cu teca și conservă liniile de sutură dintre plăci, porii și benzile de creștere ca la *Deflandrea*. Cînd contactul este mai puțin strîns apar prelungiri destinate să susțină chistul de tecă, urmărind liniile de sutură din interiorul plăcilor. Uneori urmele tabulației nu se disting.

Criteriile de determinare au la bază elementele morfologice, în special conturul (prezența spinilor apicali și antapicali), simetria, cingulum, sulcus, peretele (stratificație, grosimi), caracterele de suprafață (ornamentație), tubulația arheopilul (poziția) și dimensiunile. Variațiile intraspecifice sînt importante mai ales ca formă și mărime. Poziția flagelilor este marcată de prezența șanțurilor transversal și longitudinal. *Procesele (prelungirile)* și *septele* sau *crestele* sînt caractere tipice chiștilor și ele amintesc tabulația inițială a tecii (pl. IX, fig. 7—8, 11—13). Poziția lor în raport cu plăcile și suturile acestora poate fi *tabulară* (intratabulară și suturală) și *netabulară* (pl. IX, fig. 9—10). Lungimea prelungirilor considerate a fi rezultatul modului de desprindere al chistului de tecă stă la baza sistemului de clasificare morfologică (Davey, Downie, Sarjeant și Williams). Dacă raportul dintre diametrul corpului central și diametrul total al chistului este R=0,8, acesta este de tip *proximat (Gonyaulacysta*, pl. X, fig. 3). Cînd raportul este mare, chistul este *trabeculat* (pl. X, fig. 4). La alte genuri importante sînt prelungirile, forma, lungimea și complexitatea acestora (fig. 15). Pot fi marginale, membranoase sau cu corpuri interne (endocoel), cînd se împart în tipuri *cavate* (cu goluri) sau *bicavate* (pl. X, fig. 1—2).

Forma prelungirilor este importantă în determinare: aspectul general (pl. X, fig. 6 a—o; pl. XI, fig. 1 a—w), forma extremităților distale, natura internă a prelungirilor (goale, pline, deschise, închise, anastomozate bazal sau distal). Prezența unor prelungiri speciale în zona antapicală sau în regiunea ecuatorială se observă la *Hystrichokolpoma* (fig. 16, b).

Arheopilul este deschiderea care se formează prin ruptura chistului la nivelul liniei de sutură dintre plăci; uneori eliberează și operculul. Deschiderea este un caracter important filogenetic, intim legat de tabulație. *Arheopilul* la

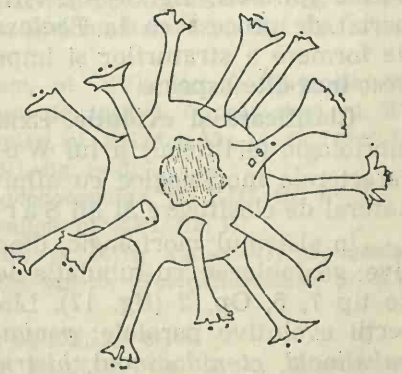


Fig. 15 — Chist de tip chorat la dinoficeele fosile.

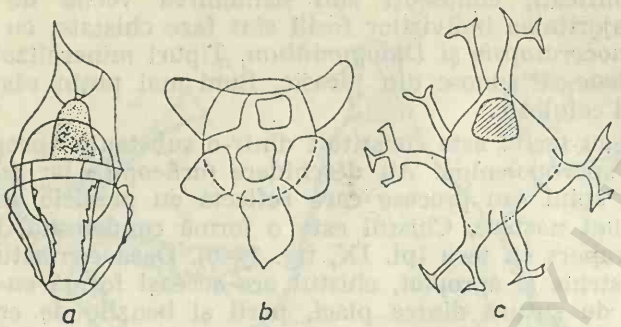


Fig. 16 — Dinoficee fosile:
a — Psaligonyaulax; b — Hystrichokolpoma; c — Achomosphaera.

dinoficee are forma poligonală, spre deosebire de forma rotundă a *pylomului* de la Acritarcha. Poziția deschiderii este: apicală (pl. XI, fig. 2, 6) *(Tenua, Areoligera),* intercalară (pl. XI, fig. 4—5) *(Deflandrea, Wetzeliella),* pericingulară (pl. XI, fig. 3) *(Hystrichosphaera),* combinată (pl. XI, fig. 7) *(Ascodinium)* și oarecare *(Nannoceratopsis)* (pl. XV, fig. 1). Caracterele arheopilului evoluează în timp geologic. Cel mai frecvent tip de arheopil întîlnit corespunde la 2 plăci intercalare și se întîlnește în mezozoic, în timp ce dinoficeele actuale au arheopil ce corespunde la 3 plăci pericingulare.

Structura peretelui este hialină, fibroasă sau granulară. Majoritatea chiștilor au un perete constituit din 2 straturi și rareori din 3 sau 4 straturi. Terminologia utilizată: *blast,* pentru corpul întreg, *fragm,* pentru perete și *coel,* pentru cavitatea internă (pl. XII, fig. 1—2). La *Deflandrea* cele 2 straturi cuprind *endoblastul* (capsula și corpul intern) și *endofragmul,* ce înconjoară endocelul acoperit de perifragm (pl. XII, fig. 4). *Tenua* și *Cyclonephelium* au o structură simplă de tip *autofragm* (pl. XII, fig. 3); la *Deflandrea* distingem 2 straturi aproape unite (pl. XII, fig. 4), iar la *Hystrichosphaera* și *Wetzeliella* se observă 2 straturi separate (pl. XII, fig. 5—6). Alteori, stratul extern membranos este suportat de procese ca la *Thalassiphora* (pl. XII, fig. 7). Asupra modului de formare a straturilor și importanței filogenetice a acestora nu se cunosc încă alte aspecte.

Clasificare și evoluție. Există două sisteme de clasificare, unul pur morfologic (artificial) a lui Wall și Dale (1968) și altul care îmbină caracterele morfologice cu afinitățile biologice, fiind apropiat sistemului natural de clasificare al lui Sarjeant și Downie (1974).

În sistemul morfologic, dinoficeele se împart în două ramuri evolutive: goniaulacee, cu tubulație de tip 6, 6, 1 p, și *peridiniacee,* cu tubulație de tip 7, 5, Op, 2 (fig. 17). Linia *gonialuacee* cuprinde următoarele direcții evolutive paralele: *goniaulacoid, histrichodinoid, apteodinoid, lingulodinoid, ctenidodinoid, histrichosferoid, areoligeroid, sistemmatoforoid* și *lithodinioid.* Linia *peridiniacee* are mai puține direcții evolutive: *dapcodinoid, pseudoceratioid, scrippselloid, deflandreoid* și *peridinoid.*

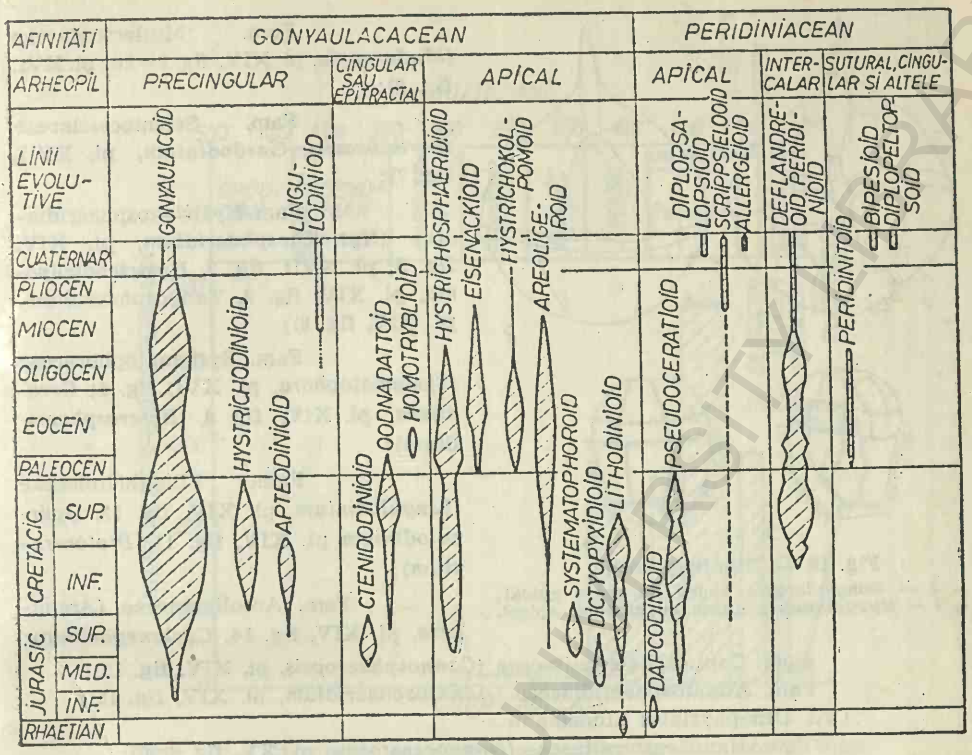


Fig. 17 — Evoluția în timp geologic a principalelor linii de dinoficee.

Sistemul lui Sarjeant și Downie este mai apropiat de clasificarea naturală:

Clasa Dinophyceae Pascher
Subcl. Diniferophycidae Bergh
Ord. Peridiniales Schütt
Fam. Gonyaulacystaceae (Gonyaulacysta, pl. XII, fig. 8—10 (fig. 18/1—2); *Cribroperidinium*, pl. XVI, fig. 11, *Egmontodinium*, pl. XII, fig. 11—12. *Leptodinium*);
Fam. Apteodiniaceae (*Apteodinium*, pl. XVI, fig. 7, *Ellipsodinium*);
Fam. Microdiniaceae (*Microdinium*, fig. 18/3—4, *Dapcodinium*, pl. XV, fig. 11, *Eisenackia*, *Meiourogonyaulax*, pl. XII, fig. 13—14; fig. 23 a—b);
Fam. Fromeaceae (*Fromea*, pl. XIII, fig. 1—5);
Fam. Dichadogonyaulaceae (*Dichadogonyaulax*, pl. XIII, fig. 6—8);
Fam. Ctenidodiniaceae (*Ctenidodinium*, pl. XVI, fig. 1);
Fam. Spiniferitaceae (*Spiniferites*, pl. XIII, fig. 9—11, *Gonyaulax*, fig. 11, *Heliodinium*, pl. XIII, fig. 12—13, *Hystrichodinium*, pl. XVI, fig. 12, *Pterodinium*);
Fam. Pareodiniaceae (*Pareodinia*, pl. XV, fig. 5);
Fam. Deflandraceae (*Deflandrea*, pl. XIV, fig. 3, 6, *Dingodinium* pl. XVI, fig. 10, *Evittodinium*, *Svalbardella*, pl. XIV, fig. 1, *Wetzeliella*, pl. XIV, fig. 7, *Moesiodinium*, fig. 25);

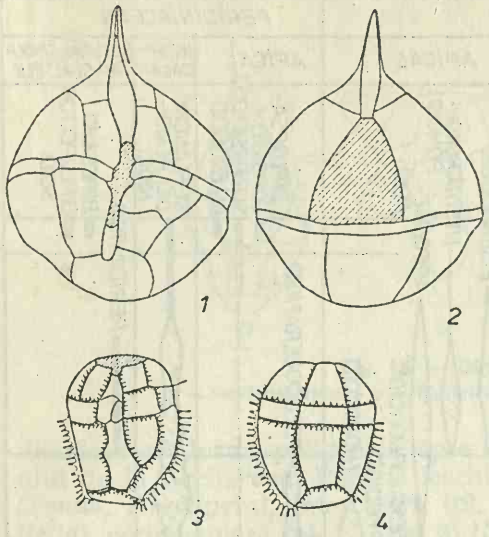


Fig. 18 — Dinoficee fosile:
1, 2 — Gonyaulacysta hadra cu spine apical;
3, 4 — Microdinium setosum cu arheopil apical.

Fam. Muderongiaceae (*Muderongia*, pl. XIV, fig. 9—10; pl. XVI, fig. 8);

Fam. Scriniocassiaceae (*Scriniocassis, Gardodinium*, pl. XVII, fig. 7);

Fam. Hystrichosphaeridiaceae (*Hystrichosphaeridium*, pl. XIV, fig. 5; pl. XVII, fig. 2, *Hystrichokolpoma*, pl. XIV, fig. 2, *Tanyosphaeridium*, pl. XIV, fig. 8);

Fam. Systematophoraceae (*Systematophora*, pl. XVI, fig. 4; *Coronifera*, pl. XIV, fig. 4, *Heterosphaeridium*);

Fam. Lingulodiniaceae (*Lingulodinium*, pl. XIV, fig. 13, *Operculodinium* pl. XIV, fig. 11, *Protoceratium*);

Fam. Areoligeraceae (*Areoligera*, pl. XIV, fig. 14, *Cyclonephelium*);

Fam. Cannosphaeropsitaceae (*Cannosphaeropsis*, pl. XIV, fig. 12);

Fam. Adnatosphaeridiaceae (*Adnatosphaeridium*, pl. XIV, fig. 15);

Ord. Dinophysiales Lindemann

Fam. Nannceratopsitaceae (*Nannoceratopsis*, pl. XV, fig. 1, 6);

Ord. Gymnodiniales Schütt

Fam. Dinogymniaceae (*Dinogymnium*, pl. XVII, fig. 11).

2.3. EVOLUȚIA GEOLOGICĂ A DINOFICEELOR

Evoluția în timp geologic a dinoficeelor este discontinuă (fig. 19). Ele au fost slab reprezentate în paleozoic, ca și în partea inferioară a mezozoicului, existînd un singur gen în silurian *(Arpylorus)* și un gen cu două specii în permian-triasic *(Rhaetogonyaulax)*. Se poate spune cu certitudine că dinoficeele au existat de acum 200 milioane de ani, deci cu mult înainte de producerea diversificării grupului.

În jurasic și cretacic se constată o radiație evolutivă, marcată în jurasic de prezența a 250 specii, după care urmează o dezvoltare maximă în cretacicul superior prin apariția a aproape 500 specii.

În neozoic se constată un declin și anume în paleocen cînd se cunosc numai 180 de specii, după care urmează un maxim în eocen cu 280 de specii și un nou declin în oligocen cu numai 100 specii. În miocen se produce un nou maxim, după care urmează o evoluție regresivă în pliocen și o nouă revenire în pleistocen. Astăzi se cunosc în jur de 1 000 specii.

Maxima diversificare a grupului are loc în cretacic, după care se produce un declin în tot neozoicul. În dezvoltarea grupului distingem

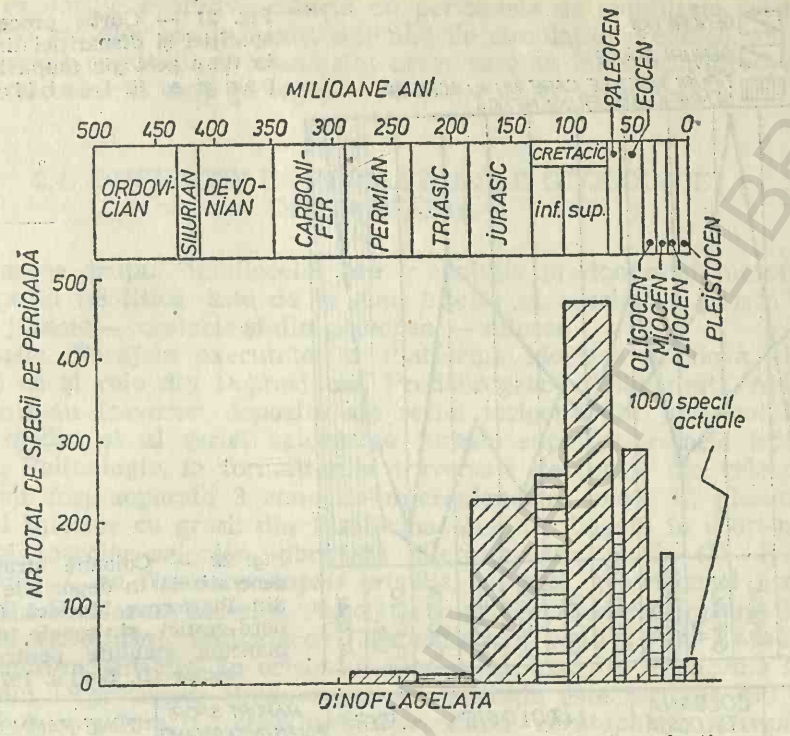


Fig. 19 — Distribuția cantitativă a speciilor de dinoficee în timp geologic.

maxime evolutive și faze de extincție (fig. 20, 21). Astăzi se cunosc 265 de genuri din care multe sînt parazite, necunoscute în stare fosilă, ceea ce explică decalajul evolutiv din pleistocen — actual. Rata extincției generice la acest grup este de 34% în jurasic, de 23% în cretacicul inferior, de 61% în cretacicul superior, de 31% în paleocen și de 65% în miocen. După Wall și Dale evoluția dinoficeelor prezintă o dihotomie bazală, urmată de serii paralele cu rapidă diversificare după callovian. Aceste variații în dezvoltarea genetică sînt datorate condițiilor selective ale mediului,

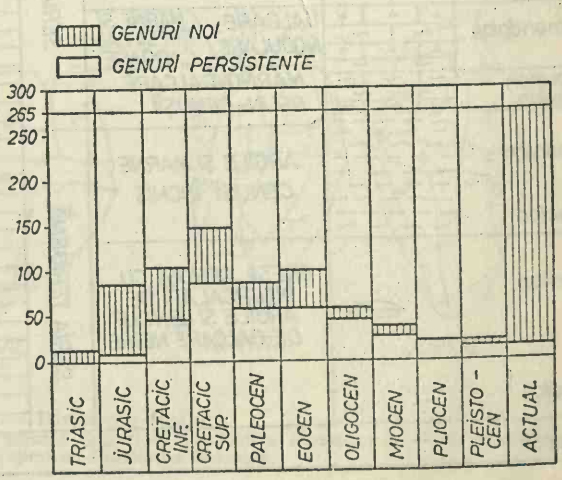
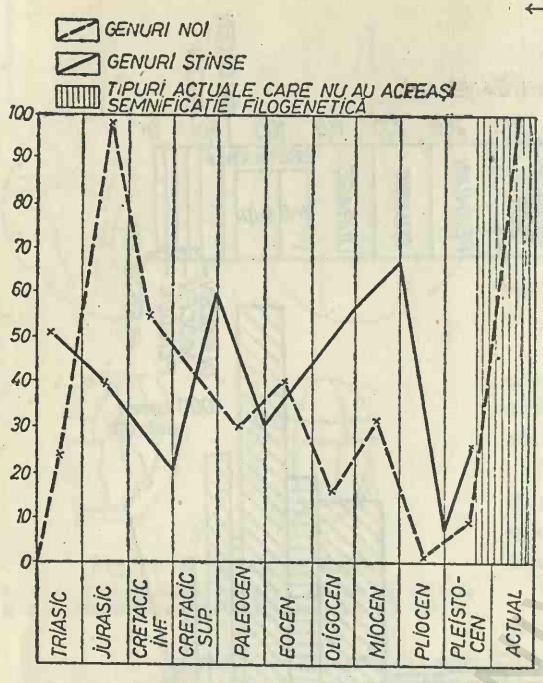


Fig. 20 — Numărul total (dinoficee) de genuri apărute (cu linii) și persistente (în alb) pe perioade geologice.



← Fig. 21 — Curba procentuală a apariției și dispariției dinoficeelor în timp geologic (după H. Tappan și A. R. Loeblich, 1972).

Fig. 22 — Coloană stratigrafică generalizată în depozitele jurasice din Platforma Moesică (sectorul nord-vestic) și zonele de fitoplancton stabilite pentru acest sector (D. Beju, 1971). ↓

ETAJE	COLOANA LITOLOGICĂ	LITOLOGIE	SERIE	RAPORT SPORI POLEN / MICROPLANCT.	ZONE PALINOLOGICE
Cretacic inf.				20 40 60 80%	
Tithonic		CALCARE MASIVE	SERIA CALCAROASĂ	DATE INSUFICIENTE ?	?
Kimmeridgian		CALCARE NODULARE / MARNE ȘI GRESII CALCAROASE		MICRO-PLANCTON	J_4 GONYAULACYSTA CLADOPHORA
Oxfordian Callovian		MARNO-CALCARE BRUN-CENUȘII			J_3 CTENIDODINIUM ORNATUM
Bathonian		ARGILE ȘI MARNE CENUȘII ÎNCHIS	SERIA TERIGENĂ		J_2 NANNOCERATOPSIS GRACILIS
Bajocian					
Aalenian		GRESII CENUȘII CU INTERCALAȚII DE ARGILE ȘI LENTILE DE CALCARE NEGRE		SPORI POLEN	J_1
Toarcian					
Triasic					

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în care exploziile evolutive coincid cu perioadele de stabilitate relativă. Deplasarea maselor continentale, schimbările circulației oceanice, ale climatului și ale cantității de hrană sînt cauze care au influențat direct evoluția dinoficeelor în timp geologic.

2.4. DINOFICEE ÎN FORMAȚIUNILE GEOLOGICE DIN ROMÂNIA

Deoarece grupul dinoficeelor are o evoluție predominant mesofitică și mai puțin neofitică este de la sine înțeles că asociațiile provin mai ales din jurasic — cretacic și din paleogen — miocen.

Jurasic. Forajele executate în Platforma Moesică (Craiova, Balș, Ciurești) ca și cele din Depresiunea Predobrogeană (Glăvănești, Aldești, Bursucani) au traversat depozite ale seriei terigene din jurasicul inferior și mediu și al seriei calcaroase jurasic superior-cretacic inferior (fig. 22). Palinologic, în formațiunile traversate de foraje din cele două unități au fost separate 3 zone de microplancton: *zona* J_1, plasată în orizontul inferior cu gresii din Platforma Moesică, bogată în spori-polen de vîrstă toarcian-aalenian, dar fără microplancton marin (D. Beju, 1971); *zona* J_2 cu *Nannoceratopsis gracilis*, întîlnită în orizontul marno-argilos din Platforma Moesică. Asociația cuprinde *Fromea elongata* Beju, acritarchi *(Leoifusa)*, tasmanacee *(Titthodiscus)*; *zona* J_3 cu *Ctenidodinium ornatum*, întîlnită în orizontul marno-calcaros din Platforma Moesică și din Depresiunea Predobrogeană. Asociația este formată din *Ctenidodinium ornatum, C. tenellum, Pareodinia ceratophora, Gonyaulacysta nuciformis, Meiourogonyaulax ghermani* Beju (fig. 23, a), *M. predai* Beju (fig. 23, b), *Scriniodinium apatelum* și *Netrelytron stegastum*. Vîrsta zonei este callovian — oxfordian; *zona* J_4 cu *Gonyaulacysta cladophora* apare în orizontul marnos sau grezo-calcaros din Depresiunea Predobrogeană. Asociația se compune din: *Gonyaulacysta eisenacki, G. jurassica, G. granulata, Leptodinium subtile, Systematophora areolata, Hystrichosphaeridium costatum, Scriniodinium pseudocrystallinum* Beju

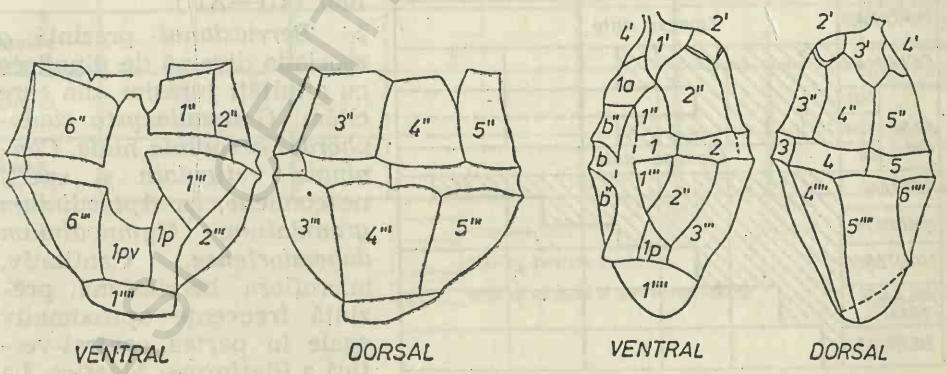


Fig. 23 — Dinoficee fosile:
a — Meiourogonyaulax ghermani Beju, jurasic superior, Platforma Moesică; *b — M. predai* Beju, jurasic superior, Platforma Moesică.

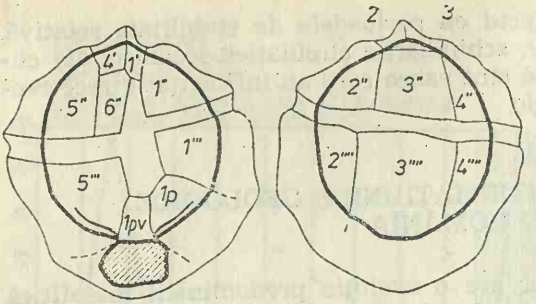


Fig. 24 — Chist cavat cu endofragm subcircular și arheopil antapical la *Scriniodinium pseudocrystallinum* Beju, jurasic superior (oxfordian), Depresiunea Predobrogeană.

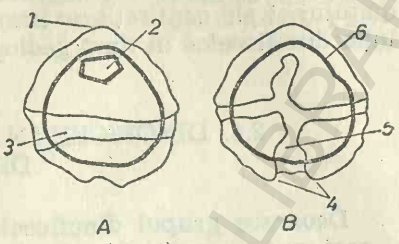


Fig. 25 — Morfologia chistului la *Moesiodinium*, gen nou descris de Em. Antonescu:
A — vedere dorsală; *1* — apex; *2* — arheopil intercalar; *3* — cingulum; *B* — vedere ventrală; *4* — apendici antapicali; *5* — șanț longitudinal; *6* — capsulă.

(fig. 24) și este de vîrstă oxfordian superior — kimmeridgian. În Platforma Moesică s-a întîlnit în kimmeridgian o asociație săracă în dinoficee. În forajul de la Salcia, din intervalul 1 996—2 050 m, în marne și marne argiloase negre s-au întîlnit: *Ctenidodinium ornatum, C. tenellum, Scriniodinium apatelum, Nannoceratopsis gracilis, Pareodinia ceratophora* și *Moesiodinium răileanui* (fig. 25), gen nou și specie nouă descrise de Antonescu în anul 1974. Vîrsta asociației este bajocian—oxfordian.

Cretacic. Microflora marină este cunoscută atît în unitățile de platformă cît și în cele de geosinclinal (Carpații Orientali, Munții Apuseni) (tabel III).

În Platforma Moesică, dinoficeele au fost etalonate pe baza zonelor de amoniți. Din studiul cantitativ reiese că raportul dintre microflora marină și cea continentală (M : C) este variabil în cretacicul din platformă (fig. 26; foto VIII—XII).

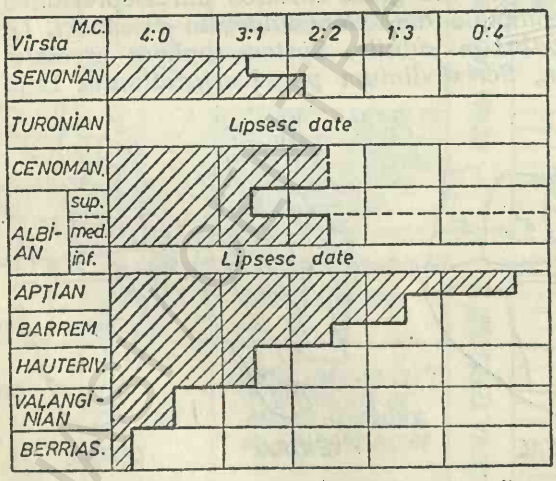


Fig. 26 — Variația raportului dintre microflora continentală și microflora marină (M : C) în cretacicul din Platforma Moesică (după N. Baltes, 1969).

Berriasianul prezintă o asociație diversă de dinoficee cu afinități jurasice, din care citățm: *Gonyaulacysta cladophora, Pareodinia nuda, Canningia reticulata* și specii neocomiene, ca *Apteodinium granulatum, Gymnodinium dabendorfense*. Cantitativ, microflora berriasiană prezintă frecvențe aproximativ egale în partea central-vestică a Platformei Moesice. La Bălcești valorile medii ating 225 indivizi pe cm³ de rocă. Dealtfel, la limita tithonic-

Tabelul III

Schema seriilor stratigrafice analizate palinologic din cretacic și din terțiarul de interes petrolier din România (după N. Baltеș, 1971)

SUBDIVIZIUNI STRATIGRAFICE		DOMENIUL DEPRES. INTERNE		DOMENIUL DE GEOSINCLINAL				DOMENIUL DE PLATFORMĂ		ASOCIAȚII CARACTERISTICE	
		DEPRESIUNEA PANONIANĂ	DEPRESIUNEA TRANSILVANIEI	M. APUSENI	M. PERȘANI	CARPAȚII ORIENTALI	CARPAȚII MERIDIONALI	PLATFORMA MOESICĂ	PLATFORMA MOLDOVENEASCĂ	DEPRESIUNI ȘI GEOSINCLIN.	PLATFORMĂ
PLIOCEN	LEVANTIN									GRAMINEE ȘI PINACEAE DE TIP ACTUAL	
	DACIAN										
	PONTIAN									PERIDINIUM PONTICUM	
	MEOTIAN										
MIOCEN	SARMATIAN									LAEOSPHAERIDIA MOESIANA	
	TORTONIAN									TSUGAEPOLLENITES ȘI TETRADOPOLLIS	
	HELVETIAN									SVALBARDELLA ȘI CANNOSPHAEROPSIS	
	BURDIGALIAN									ISTHMODISCUS ȘI DEFLANDREA AQUITANICA	
OLIGOCEN										DEFLANDREA PHOSPHORITICA	
EOCEN										DEFLANDREA PHOSPHORITICA ȘI WETZELIELLA CLATRATHA	
										PTEROSPERMOSIS ȘI THALASSIPHORA	
PALEOCEN-DANIAN										DEFLANDREA PIEBELI ȘI EXTRATRIPOROPOLLENITES	
SENONIAN										DINOGYMNIUM ȘI SANTONIPOLLIS	DINOGIMNIUM ȘI DEFLANDREA BELFASTENSIS
TURONIAN										DATE INSUFICIENTE	
CENOMANIAN											ODONTOCHITINA ȘI POLIEN ANGIOSPERM
											OLIGOSPHAERIDIUM SIPHONIPHORUM
ALBIAN										CYCLONEPHELIUM DISTINCTUM ȘI GONYAULACYSTA CASSIDATA	
APTIAN										PILOSISPORITES GRANDIS ȘI CLASSOPOLLIS CF. CLASOIDES	
BARREMIAN										APPENDICISPORITES TRICORNITATUS ȘI PTEROSPERMOPSIS APTIANA	DINGODINIUM CERVICULUM ȘI APTEODINIUM GRANULATUM
HAUTERIVIAN											
VALANGINIAN										AEQUITRIRADITES SPINULOSUS ȘI WETZELIELLA NEOCOMICA	WEZELIELLA NEOCOMICA
BERRIASIAN											GONYAULACYSTA CLADOPHORA

SERII ANALIZATE

SERII CU ASOCIAȚII ETALONATE

SERII CU ASOCIAȚII ÎN CURS DE PRELUCRARE

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

berriasian și berriasian-valanginian se constată discontinuități calitative atît în compoziția spectrelor marine cît și în compoziția celor continentale (fig. 27, fig. 28).

Valanginian-barremianul prezintă o microfloră bogată și diversă care scade treptat în apțian. Asociația cuprinde *Dingodinium cerviculum, Gonyaulacysta infracretacea, G. muderogense, Wetzeliella neocomica, Broomea exiguua, B. jaegeri, Heliodinium voigti, Deflandrea cincta* și *Hystrichosphaeridium recurvatum* (fig. 28). Interpretările cantitative permit corelări biostratigrafice pe baza discontinuităților microfloristice din cadrul fiecărui etaj. Asociațiile pe specii, în care fiecare component prezintă o valoare de participare de 10 indivizi pe 1 cm^3 de rocă, constituie un reper stratigrafic destul de caracteristic. Cele trei discontinuități cantitative stabilite pentru valanginian, hauterivian și barremian reprezintă un factor de control palinostratigrafic major în corelările regionale (fig. 28).

Apțianul, deși are o arie de răspîndire discontinuă, prezintă pe lîngă spori-polen și dinoficee. Asociația conține și elemente neocomiene *(Apteodinium conjunctum),* dar și elemente tipice, ca *Pterospermopsis australiensis* și *Canningia collvieri.* Se constată o importantă discontinui-

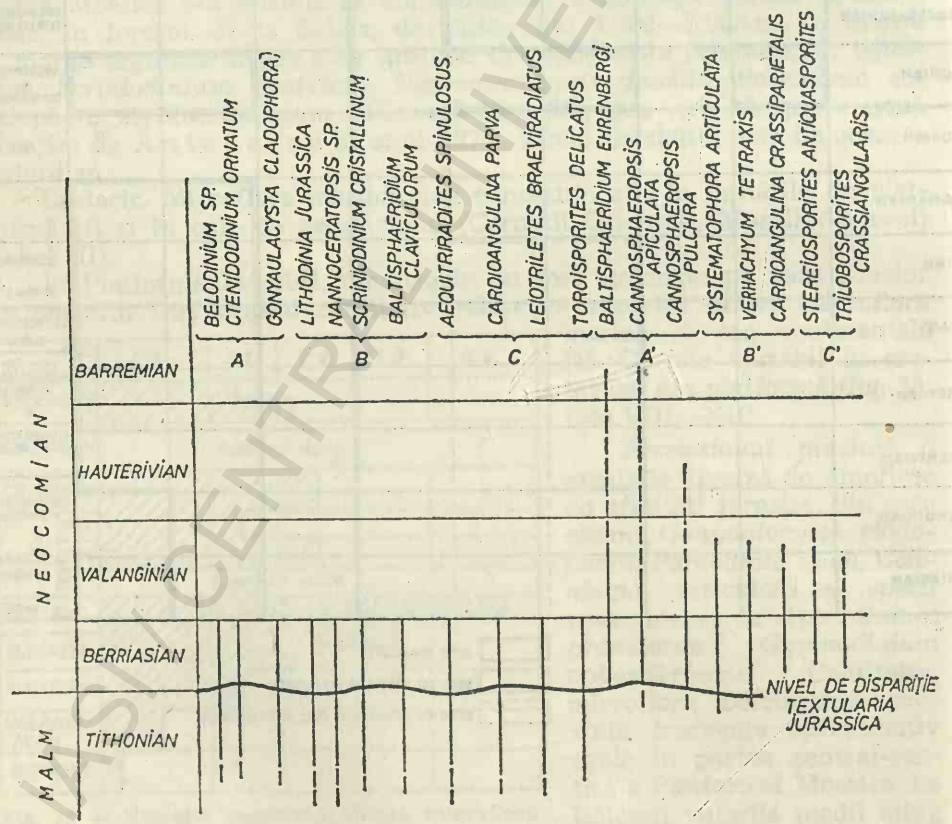


Fig. 27 — Distribuția microflorei (dinoficee-spori-polen) la limita malm-neocomian în sectorul central-sudic al Platformei Moesice (după N. Baltеș, 1969).

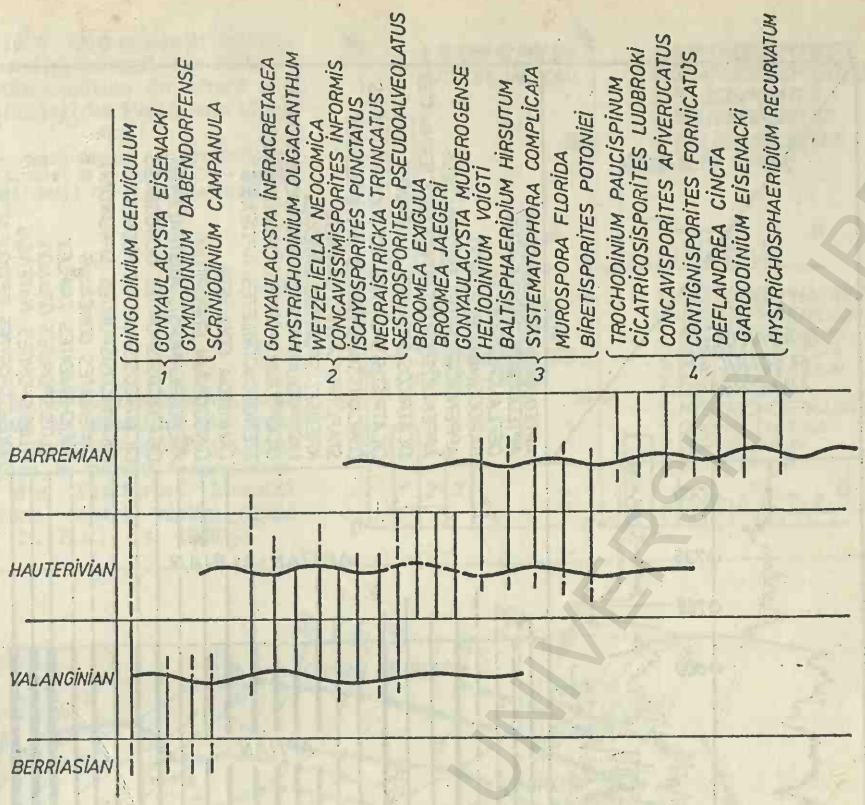


Fig. 28 — Distribuția și discontinuitățile microfloristice (dinoficee-spori-polen) în neocomianul din sectorul central-sudic al Platformei Moesice (după N. Baltеș, 1969).

tate microfloristică la nivelul apțianului, reliefată și din diagrama elementară stabilită pentru acest etaj (fig. 29).

Albianul transgresiv este reprezentat prin gresii glauconitice cu o bogată microfloră formată din: *Apteodinium grande, Ascodinium scabrosum, Cyclonephelium distinctum, Dingodinium cerviculum, Hystrichosphaera furcata, H. erectum* și *Scriniodinium campanula.* Dominante sînt genurile *Cyclonephelium* și *Deflandrea* (fig. 30).

Cenomanianul cuprinde două palinofaciesuri distincte. La partea inferioară conține o microfloră planctonică cu afinități albiene: *Stephodinium europeicum, S. coronatum, Deflandrea victoriensis, D. acuminata* și *Microdinium ornatum.* În cenomanianul superior planctonul este slab reprezentat, fiind înlocuit prin polen de conifere cu tentă neofitică.

Turonianul nu este bine conturat. *Senonianul* în schimb este caracterizat prin specii de deflandracee *(D. nucula, D. cretacea).* Pentru acest etaj s-au făcut și interpretări cantitative. În partea centrală a Platformei Moesice a fost luat ca element reper prima carotă calcaroasă întîlnită sub depozitele pelitice neogene pe un interval de 25 m. Au fost stabilite izoliniile cu aceeași frecvență, atît pentru microflora marină,

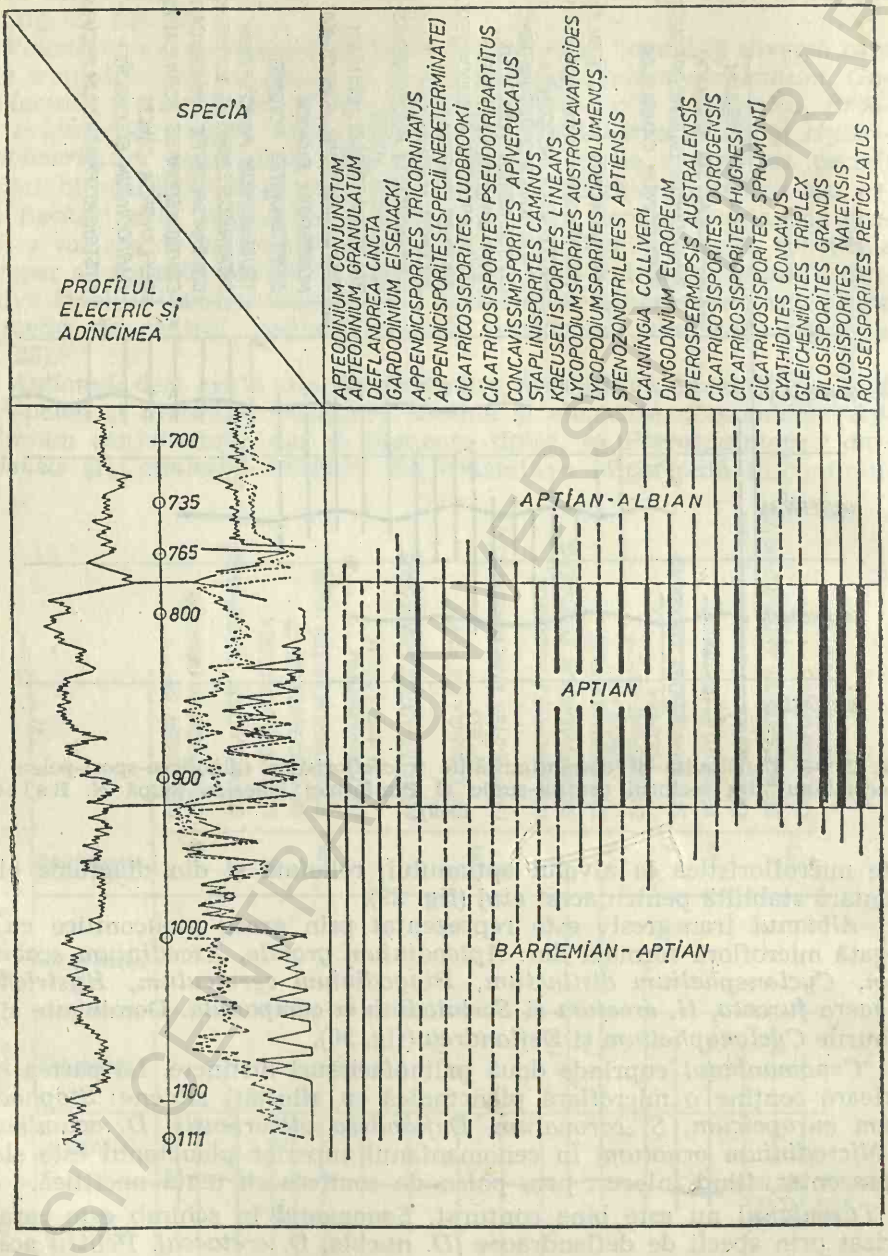


Fig. 29 — Discontinuităţi microfloristice la nivelul cretacicului inferior din Platforma Moesică (forajul Dragoş Vodă, intervalul 700—1 111 m) (după N. Baltes, 1969).

BCU MSI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 30 — Componenții microfloristici principali din nisipurile glauconitice de vîrstă albian mediu din Platforma Moesică:

A — componenții microfloristici în totalitate; *B* — spori; *C* — polen (*Saccites*); *D* — fitoplancton.

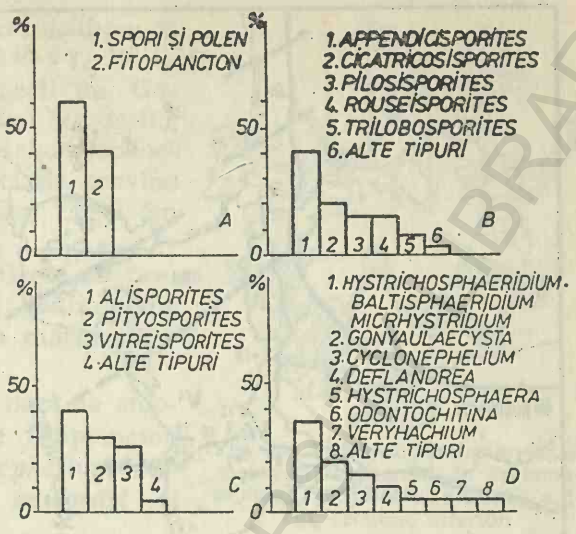
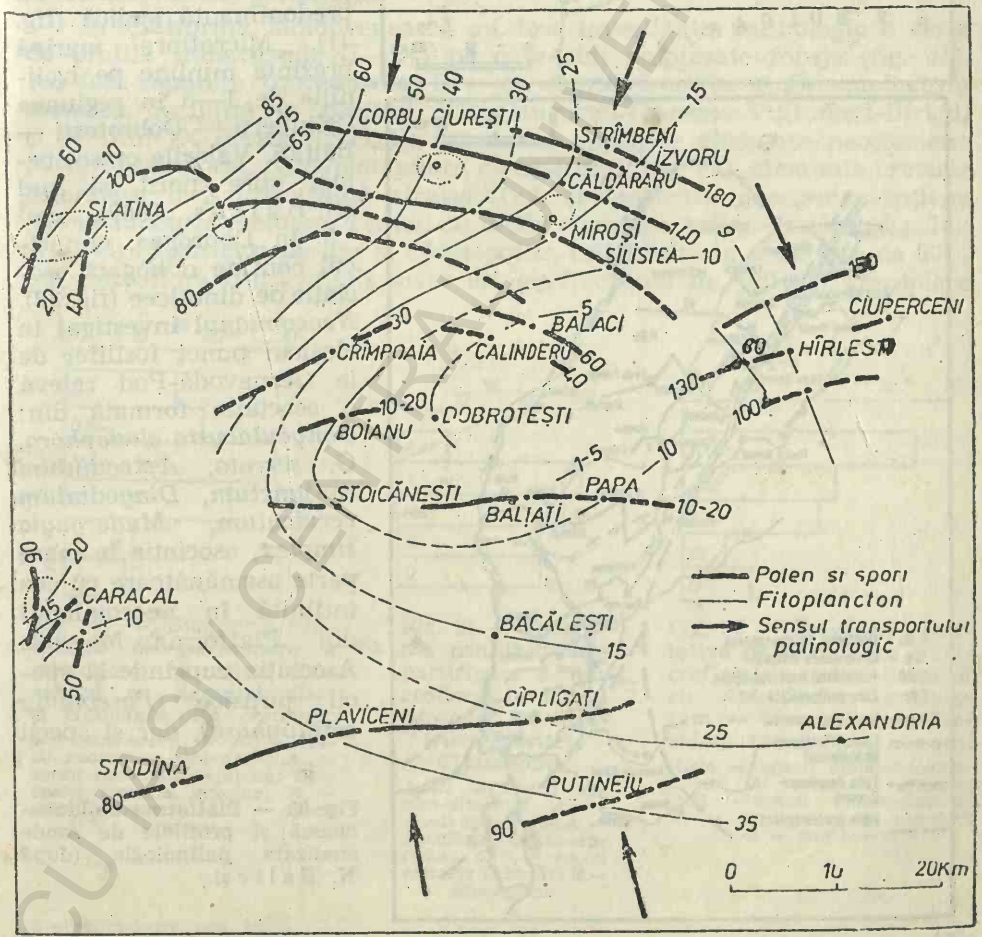


Fig. 31 — Reprezentarea cantitativă a variațiilor de frecvență microfloristică pe cm³ de rocă la nivelul senonianului din Platforma Moesică (sectorul central-vestic) (după N. Baltes, 1969).



BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 32 — Amplasarea forajelor şi aflorimentelor analizate palinologic din Dobrogea:
DP — Depresiunea Predobrogeană; *OND* — Orogenul nord-dobrogean; *PM* — Platforma Moesică; *1, 15, 16* — foraje; *2—14* — aflorimente.

cît şi pentru cea continentală. Se constată că polen-sporii scad în frecvenţă pe direcţia NNE-SSW pînă la izolinia de 10—20 în zona Boianu—Stoicăneşti—Papa; deci sursa de provenienţă se află în această parte. În sectorul sudic frecvenţele scad de la sud spre nord, ceea ce indică o sursă de transport cu predominanţă sudică (fig. 31). Microflora marină prezintă minime pe izoliniile de 1—5 în regiunea Calinderu — Dobroteşti — Bălţaţi. Valorile cresc normal spre nord şi sud (N. Balteş, 1969).

În Dobrogea, cretacicul conţine o bogată asociaţie de dinoficee (fig. 32). *Neocomianul* investigat în clasicul punct fosilifer de la Cernavodă-Pod relevă o asociaţie formată din: *Gonyaulacysta cladophora, G. serrata, Apteodinium conjunctum, Dingodinium cerviculum, Muderongia simplex*, asociaţie în mare parte asemănătoare cu cea întîlnită în neocomianul din Platforma Moesică. Asociaţia cuprinde şi specii jurasice *(Pareodinia ceratophora)*, dar şi specii

Fig. 33 — Platforma Moldovenească şi profilele de sonde analizate palinologic (după N. Balteş).

neocomiene (*Dingodinium cerviculum* și *Muderongia simplex*) (N. Baltеș, 1974).

Barremianul conține specii de *Gonyaulacysta pachiderma, Tenua histricella, Oligosphaeridium complex, Achomosphaera neptuni* și *Broomea*. Asociația provine atît din carote (foraj Mangalia), cît și din aflorimente (Hațeg).

Apțianul, deși cu grosimi reduse, prezintă spectre predominant continentale (spori-polen) și rar plancton marin (*Pterospermopsis aptiana*).

Albianul, bine datat pe bază de amoniți, conține o asociație de fitoplancton marin formată din: *Cyclonephelium distinctum, Cribroperidinium edwardsi* și *Achomosphaera ramulifera*.

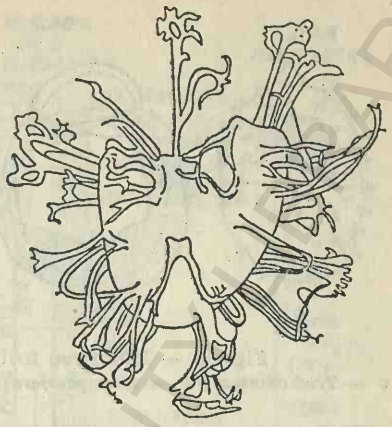


Fig. 34 — Dinoficee fosile; chist chorat și trabeculat de *Systematophora complicata*, arheopil apical, cretacic inferior.

În Platforma Moldovenească au fost investigate palinologic o serie de profile transversale (I—IX) pe care sînt amplasate foraje (fig. 33). Au fost separate fitocenozele: I — cu *Aequitriradites* și *Gonyaulacysta cretacea*, întîlnită în profilul VII (Hurnești-Găceana-Vulturești-Bîrlad) și profilul IX (Crasna-Bîrlad); fitocenoza cuprinde elemente neocomiene (*Cribroperidinum, Systematophora complicata*) (fig. 34), elemente cretacic inferioare fără importanță stratigrafică și elemente neocomian-apțiene (*Gonyaulacysta cretacea, Tenua*) cu unele elemente apțian-albiene (fig. 35); II — cu *Cicatricosisporites* și *Classopollis*, constituită în proporție de 90% din microfloră continentală, care atinge frecvențe de 100 000 exemplare

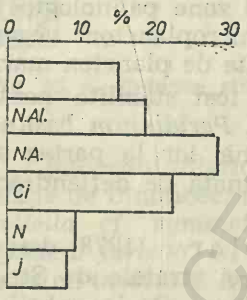


Fig. 35 — Diagrama cantitativă de participare a microflorei în cadrul fitocenozei cu *Aequitriradites* și *Gonyaulacysta cretacea*: *O* — alte specii; *N. Al.* — specii neocomian-albiene; *N.A.* — specii neocomian-apțiene; *Ci* — specii cretacic inferior; *N* — specii neocomiene; *J* — specii jurasice.

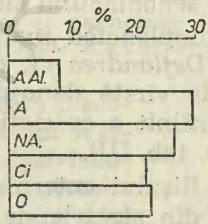


Fig. 36 — Diagrama cantitativă de participare a microflorei în cadrul fitozonei cu *Cicatricosisporites-Classopollis*: *A.Al.* — specii apțian-albiene; *A* — specii apțiene; *N.A.* — specii neocomian-apțiene; *Ci* — specii cretacic inferior; *O* — alte specii.

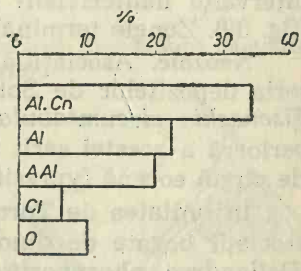


Fig. 37 — Diagrama cantitativă de participare a microflorei în cadrul fitozonei cu *Apteodinium granulatum — Gonyaulacysta cassidata* (după N. Baltеș): *AlCn* — specii albian-cenomaniene; *Al* — specii albiene; *AAl* — specii apțian-albiene; *Cl* — specii cretacic inferior; *O* — alte specii.

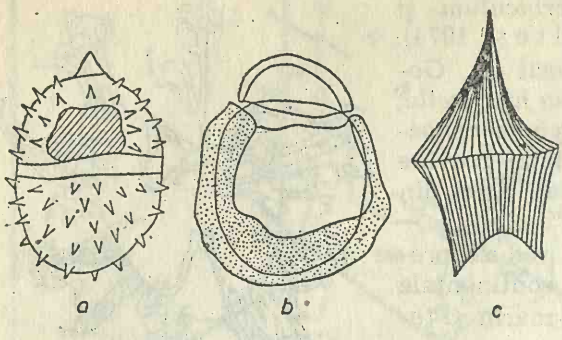


Fig. 38 — Dinoficee fosile:
a — Trichodinium; b — Hexagonifera; c — Lejeunia.

la 1 g de rocă; asociația se compune din *Rhynchidiniopsis aptiana, Pterospermopsis australiensis* și conține elemente apțian-albiene (fig. 36): III — cu *Apteodinium granulatum* și *Gonyaulacysta cassidata,* care conține specii de *Dingodinium europeum, Apteodinium granulatum, A. maculatum, Crapodinium granulatum, Microdinium ornatum, Deflandrea cincta, D. rotundata, Hexagonifera cassidata* (fig. 37); fitozona ar caracteriza intervalul albian mediu-cenomanian inferior; IV — cu *Stephodinium europeicum* și *Deflandrea rotundata,* ce caracterizează cenomanianul și conține *Microdinium ornatum, Deflandrea rotundata* și *Hexagonifera chlamydata* (fig. 38). Cenomanianul superior este indicat de *Lithosphaeridium siphoniphorum,* specie index pentru acest interval; V — cu *Deflandrea acuminata,* care conține fitoplancton în proporție de 70% *(Deflandrea rectangularis, D. acuminata),* tipică pentru coniacian-santonian; VI — cu *Deflandrea diebeli,* de vîrstă campanian-maastrichtian.

Asociații asemănătoare senoniene au fost semnalate în forajele din zona nordică (Borș) a depresiunii Pannonice, în seria marnelor roșii de Gura Beliei și în stratele de Hangu din unitatea de Tarcău.

În unitatea Șisturilor negre, în complexul gresiilor glauconitice s-a întîlnit asociația cu *Carpodinium granulatum, Apteodinium conjunctum, Pterospermopsis aptiensis* de vîrstă apțian-albian inferior. În Munții Metaliferi, E. Antonescu (1973, 1974) stabilește 6 zone palinologice în intervalul hauterivian? — senonian, bogate în microplancton vegetal (fig. 39). Zonele terminale ale senonianului sînt lipsite de plancton marin.

Neozoic. Asociațiile de fitoplancton marin au fost stabilite pentru seria depozitelor de Șotrile *(Deflandrea* cf. *diebeli, Peridinium basilum, Eisenackia circumtabulata),* de vîrstă dano-paleocenă, iar la partea superioară a acestei serii s-a întîlnit o asociație dominată de deflandracee de vîrstă eocenă (ypresian) (v. tab. III).

În unitatea de Tarcău a flișului extern, L. Olaru (1978) descrie asociații bogate de dinoficee din stratele de Izvor și stratele de Straja *(Deflandrea phosphoritica, Achomosphaera ramulifera, Cyclonephelium lemniscatum),* de vîrstă paleocenă. Eocenul inferior (cuisian) conține *Deflandrea eocaenica, Hystrichokolpoma eisenacki, Hystrichosphaera ramosa, Wetzeliella articulata,* în timp ce în eocenul mediu se întîlnesc *Adnatosphaeridium multispinosum, Hystrichosphaera cingulata, Broomea fussiforma* și *Scriniodinium eocaenicum,* ultimele două fiind specii noi descrise de Olaru.

Oligocenul corespunde litofaciesului de Fusaru și de Kliwa și conține *Deflandrea phosphoritica* (fig. 40), *Wetzeliella rotundata, W. similis* și *Cleistosphaeridium pectiniforme.*

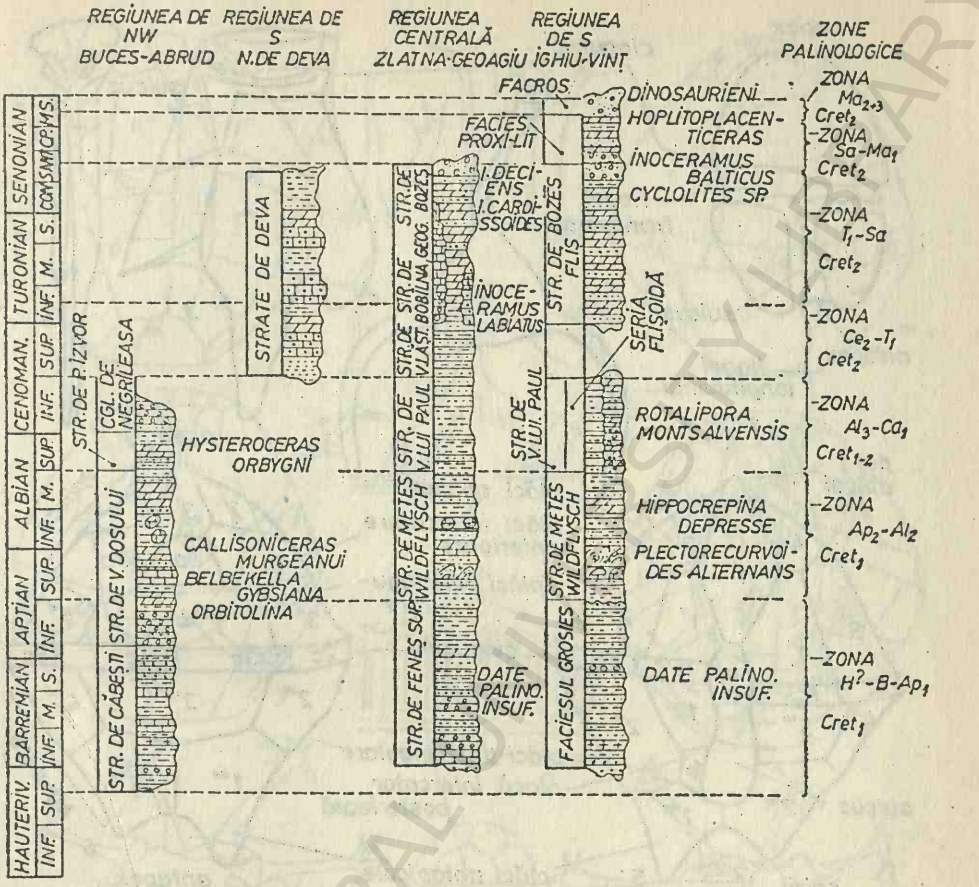


Fig. 39 — Coloane stratigrafice și palinozone în cretacicul din Munții Metaliferi (după Em. Antonescu, 1973).

Miocenul inferior prezintă o asociație de dinoficee, formată din *Wetzeliella* cf. *symmetrica*, *Hystrichosphaera furcata*, *H. speciosa*, *Areoligera* cf. *incerta* și Acritarcha, iar miocenul superior este dominat de specii ale genului *Hystrichosphaera* și *Svalbardella*.

Pliocenul prezintă o explozie de fitoplancton salmastru, plasată în baza ponțianului și constituită din *Leptodinium churchilli*, *L. punctatum* Balteș, *L. bacculatum* Balteș, *Diconodinium* și *Thalassiphora banatica* Balteș (N. Balteș, 1971).

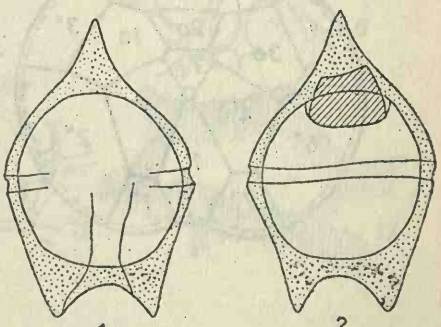
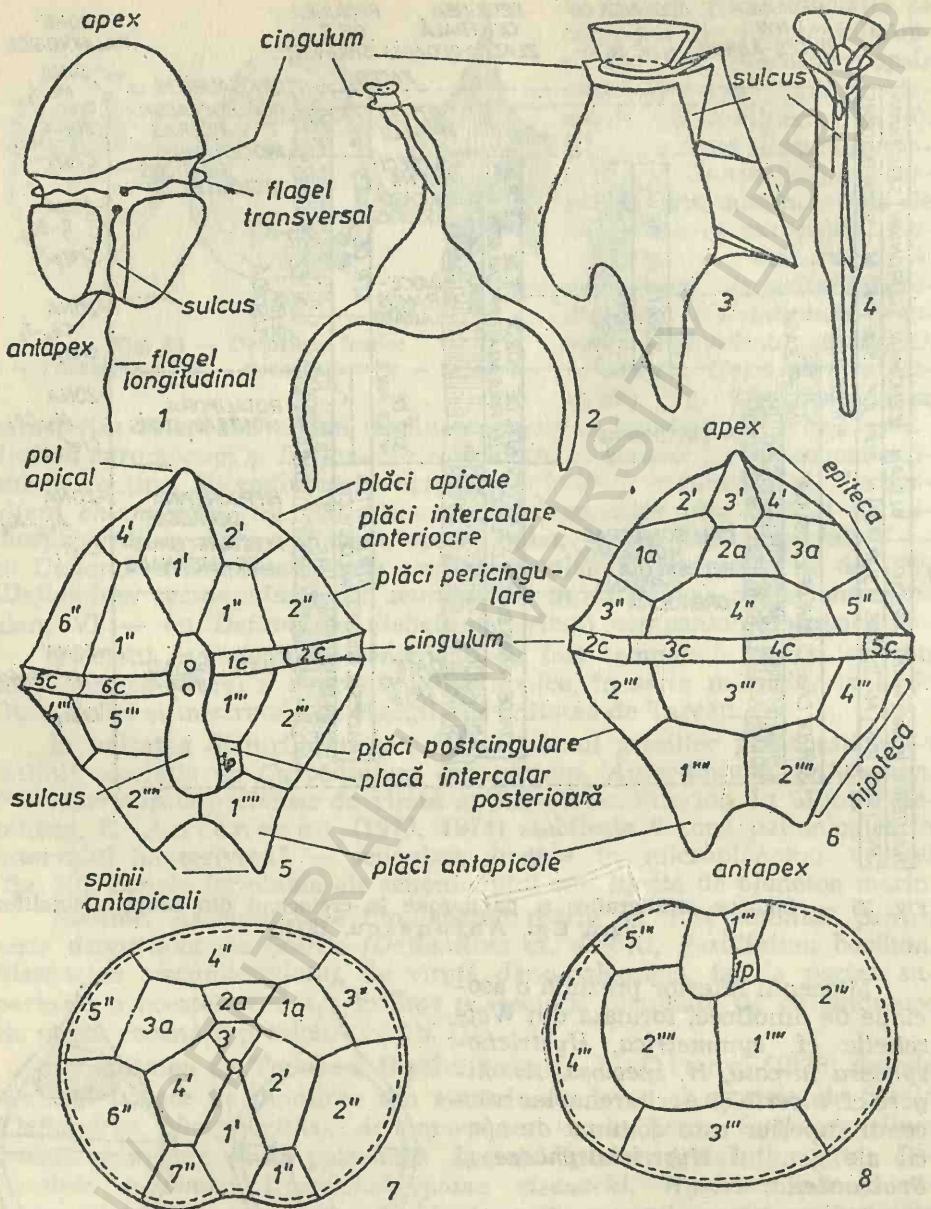


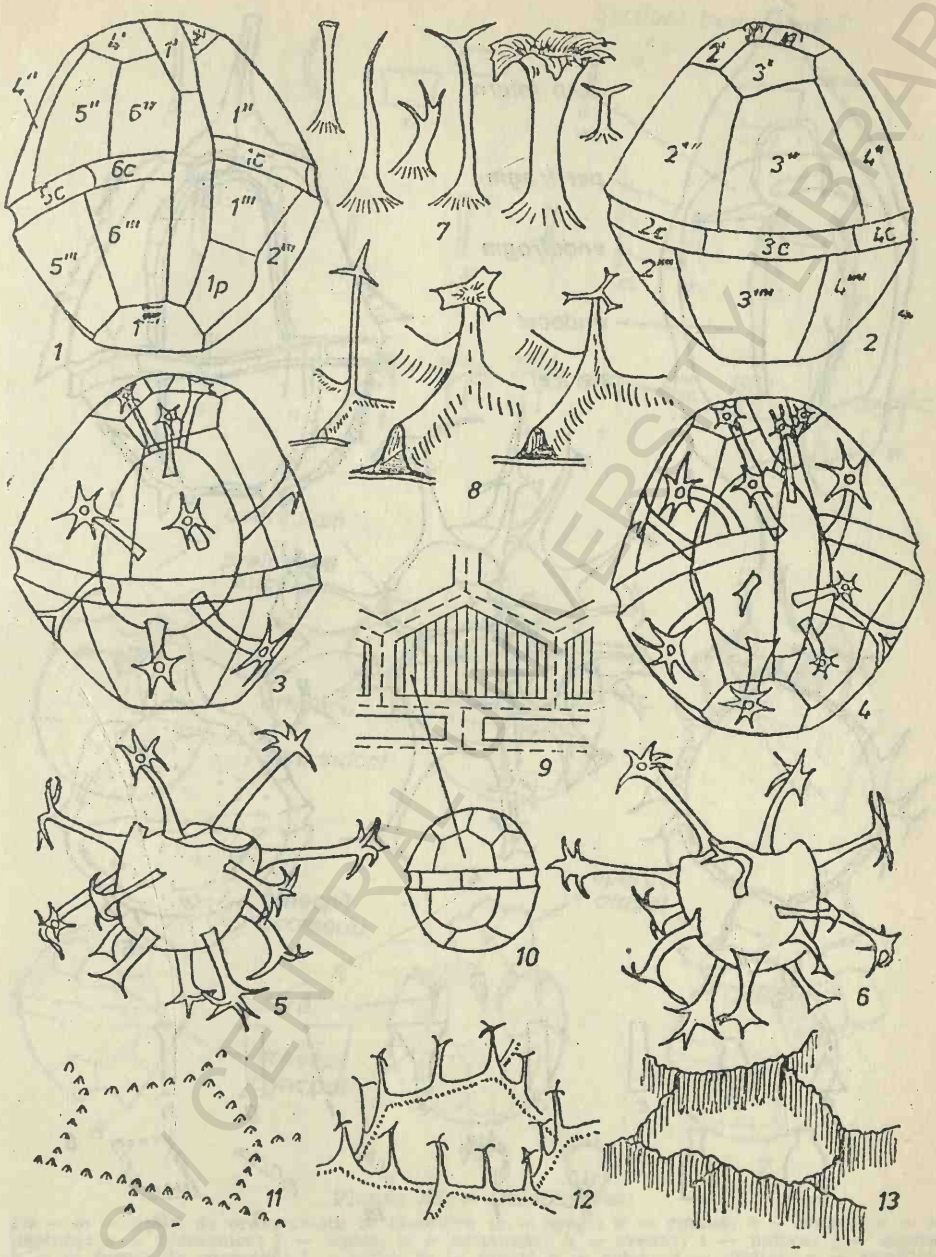
Fig. 40 — Dinoficee fosile — *Deflandrea phosphoritica*, chist tipic cavat (*1* — vedere dorsală; *2* — vedere ventrală), neozoic.



Planșa VIII — Dinophyceae:

1 — morfologia unui dinoficeu actual lipsit de tabulație, genul *Gymnodinium*; *2—3* — morfologia unui dinoficeu cu tabulație, genul *Triplosolenia*; *4* — morfologia unui dinoficeu cu tabulație, genul *Dinophysis*; *5—8* — terminologia utilizată în descrierea dinoficeelor prevăzute cu tabulație (*5* — ventral; *6* — dorsal; *7* — apical; *8* — antapical).

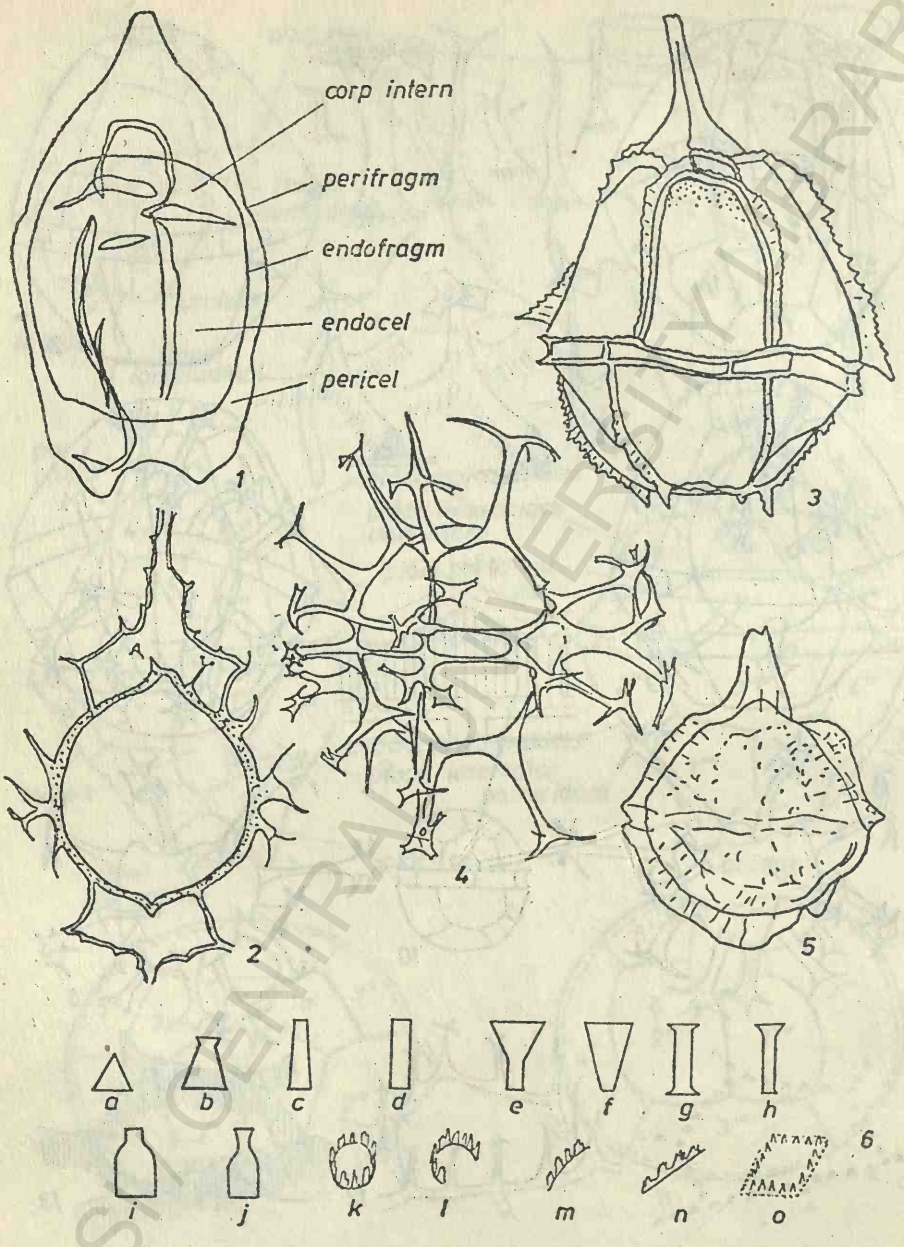
BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa IX — Dinophyceae:

1—6 — relaţii între teacă şi chist (*1—2* — tabulaţia la forma mobilă; *3—4* — mod de formare a chistului; *5—6* — chist cu arheopil apical); *7* — diverse tipuri de ornamentaţii, prelungiri sau procese; *8* — ornamentaţii de tip procese la genul *Hystrichosphaera*; *9—10* — suprafaţa tabulară (în haşuri) şi intratabulară (în alb); liniile întrerupte reprezintă limitele dintre plăci; *11—13* — tipuri de ornamentaţii tabular-suturale.

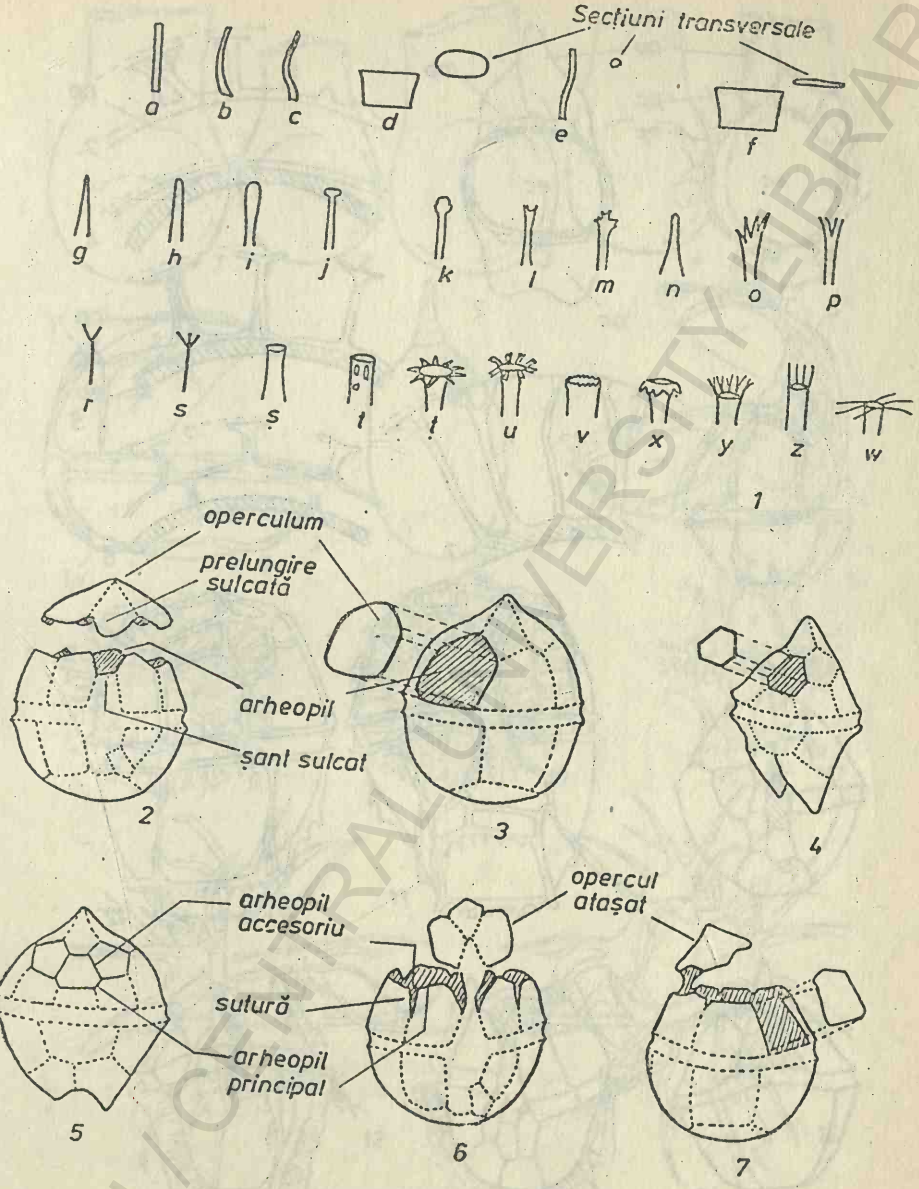
BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa X — Dinophyceae:

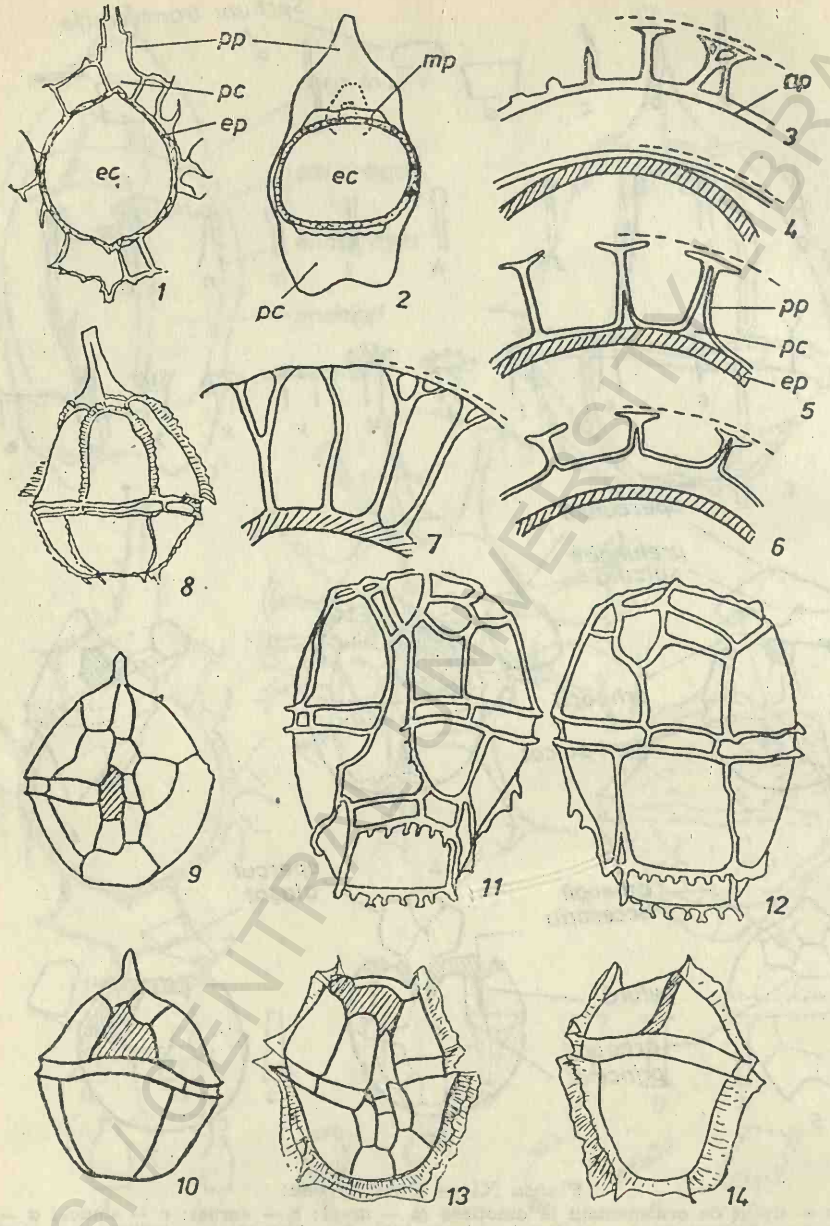
1—5 — tipuri de chişti în funcţie de raportul dintre diametrul corpului central şi diametrul chistului (1 — cavat; 2 — bicavat; 3 — proximat; 4 — trabeculat; 5 — proximochorat); 6 a — o — tipuri de ornamentaţii la dinoficee (a — conic; b — subconic; c — uşor îngustat; d — cilindric; e — infundibular; f — lăţit; g — tubiform; h — buccinat; i — lagenat; j — bulbar; k — complex inelat; l — complex soleat; m — complex arcuat; n — complex liniar; o — complex simulat).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



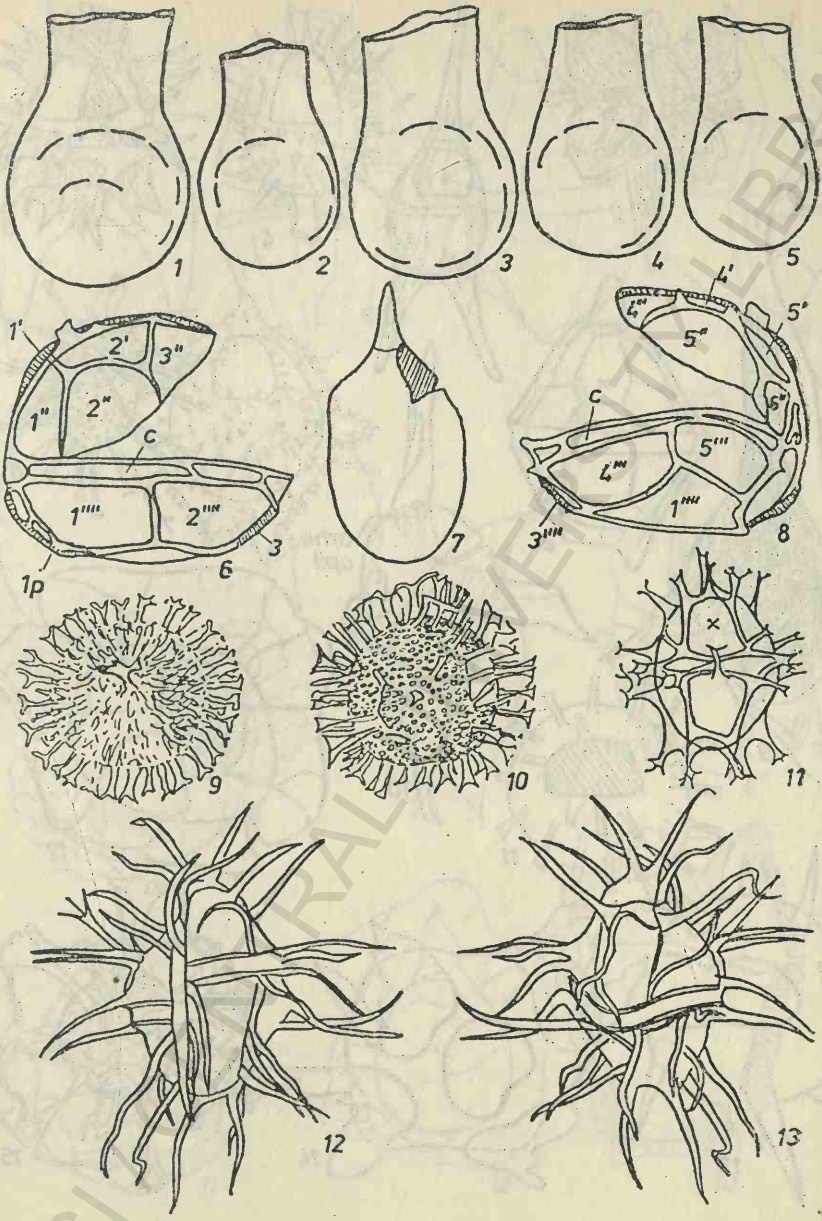
Planșa XI — Dinophyceae:

1 a — w — tipuri de ornamentații la dinoficee (*a* — drept; *b* — curbat; *c* — sinuos; *d* — latispinos; *e* — filamentos; *f* — teniat; *g* — acuminat; *h* — evexat; *i* — bulbos; *j* — capitat; *k* — în formă de conopidă; *l* — bifid; *m* — foliat; *n* — oblat; *o* — digitat; *p* — ramificat; *r* — furcat; *s* — trifurcat; *ș* — întreg; *t* — fenestrat; *ț* — aculeat; *u* — sectat; *v* — denticulat; *x* — recurbat; *y* — patulat; *z* — dirijat; *w* — ortogonal); *2—7* — nomenclatura aplicată în funcție de morfologia arheopilului de la dinoficee (*2* — arheopil apical cu opercul simplu, liber, în vedere ventrală; *3* — arheopil pericingular cu opercul simplu, liber, în vedere dorso-laterală; *4* — arheopil intercalar cu opercul simplu, liber, în vedere dorso-laterală; *5* — arheopil intercalar compus cu opercul liber, în vedere dorsală; *6* — arheopil apical cu opercul simplu, atașat și cu suturi arheopilare, accesorii și incomplete; *7* — arheopil combinat cu opercul compus, cu piesă apicală atașată și piesă pericingulară liberă, în vedere dorso-laterală).



Planșa XII — Dinophyceae:

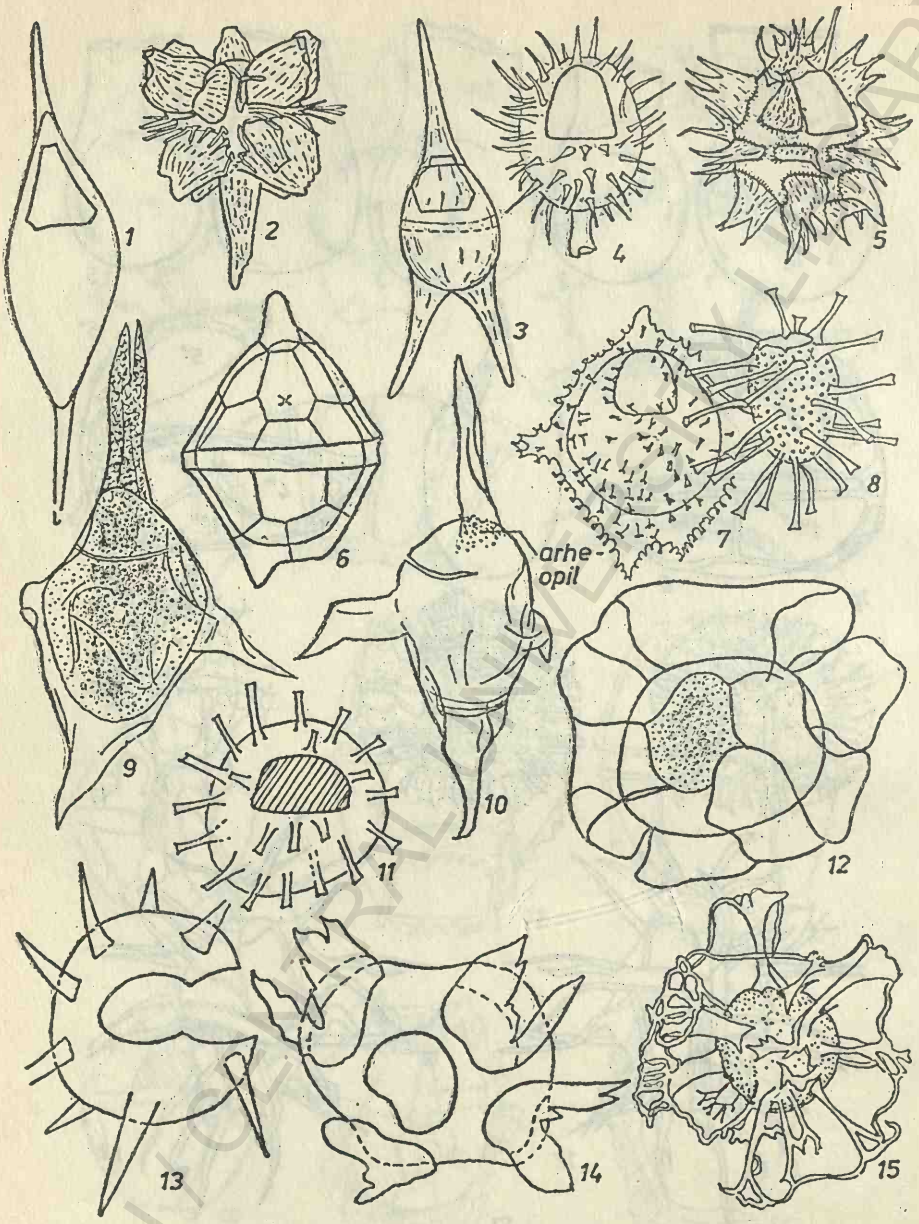
1—2 — strcutura peretelui la dinoficee (*ec*=endocel; *pp*=perifragm; *pc*=pericel; *ep*=endofragm; *mp*=mesofragm); *3—7* — structura peretelui la dinoficee și relațiile existente între diferitele strate ale chistului (*3* — strat simplu=autofragm la genurile *Tenua* și *Cyclonephelium*; *4* — două straturi unite la genul *Deflandrea*; *5—6* — două straturi mai mult sau mai puțin separate ca la genurile *Hystrichosphaera* și *Wetzeliella*; *7* — procese ce suportă stratul extern, membranos la genul *Thalassiphora*); *8* — *Gonyaulacysta jurassica*, jurasic; *9—10* — *G. palla*, chist proximat (*9* — ventral; *10* — dorsal), jurasic; *11—12* — *Egmontodinium polyplacophorum*, chist proximat (*11* — ventral; *12* — dorsal), jurasic; *13—14* — *Meiourogonyaulax valensii*, prevăzut cu 4 plăci arheopilare, jurasic mediu.



Planșa XIII — Dinophyceae:

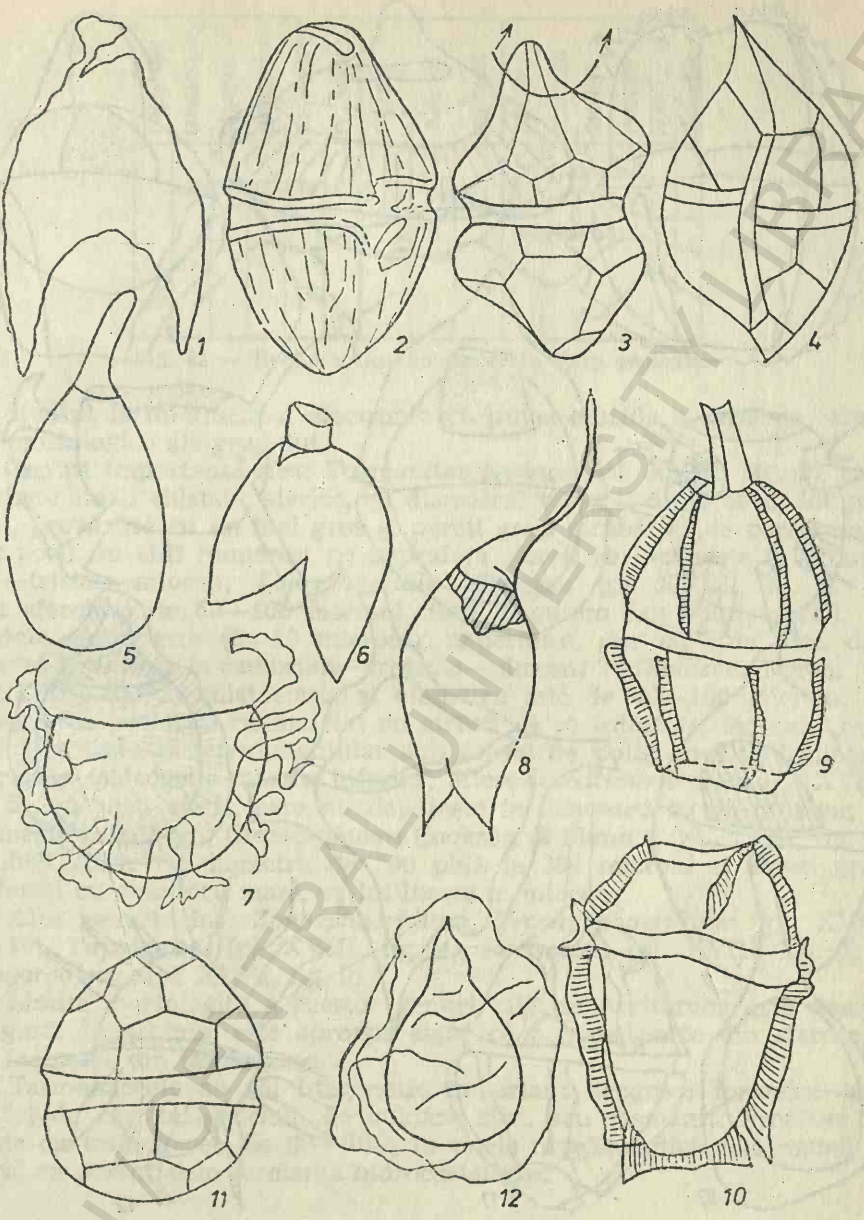
1—5 — Fromea elongata Beju, jurasic superior, Platforma Moesică și Platforma Moldovenească; *6, 8 — Dichadogonyaulax schizoblata,* chist cu arheopil epitractal, jurasic superior; *7 — Pareodinia ceratophora,* jurasic superior — cretacic inferior; *9—10 — Spiniferites reginaldi,* holotipul din colecția Mantell descris în anul 1854; *11 — Spiniferites* sp., jurasic — miocen; *12—13 — Heliodinium volgti,* chist cu procese aplatisate, care reflectă tabulația, cretacic inferior.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITARY LIBRARY



Planşa XIV — Dinophyceae:

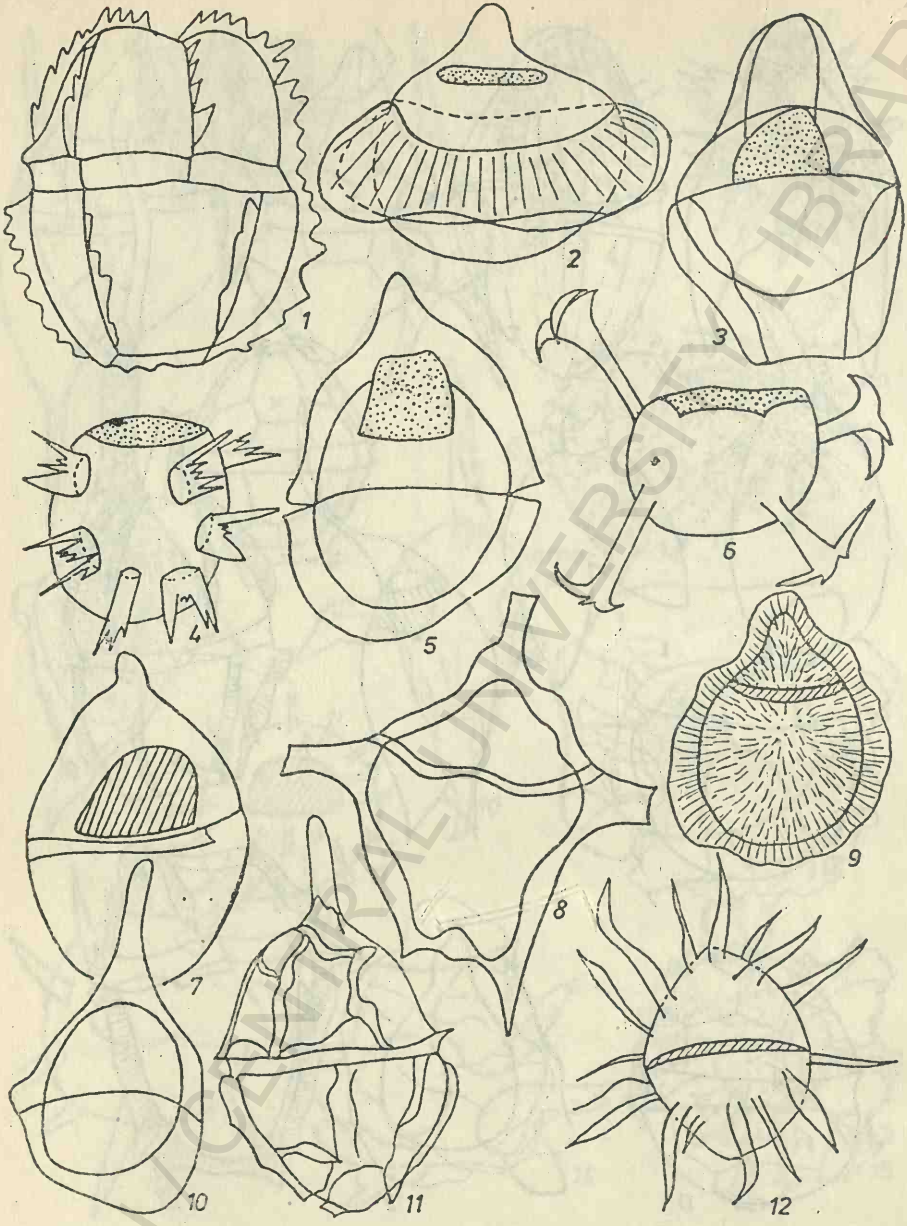
1 — *Svalbardella* sp., neozoic; *2* — *Hystrichokolpoma* sp.; *3* — *Deflandrea diebeli*, cretacic superior; *4* — *Coronifera* sp.; *5* — *Hystrichosphaeridium* sp.; *6* — *Deflandrea* sp.; *7* — *Wetzeliella articulata*, neozoic; *8* — *Tanyosphaeridium variecalamum*; *9—10* — *Muderongia staurota*, chist cavat cu arheopil apical incipient, cretacic inferior; *11* — *Operculodinium* sp.; *12* — *Cannosphaeropsis* sp.; *13* — *Lingulodinium* sp.; *14* — *Areoligera* sp.; *15* — *Adnatosphaeridium aemulum*, jurasic superior.



Planșa XV — Dinophyceae:

1 — Nannoceratopsis pellucida, chist proximat; *2 — Dinogymnium acuminatum,* chist proximat; *3 — Schublikodinium* sp.; *4 — Rhaethogonyaulax* sp.; *5 — Pareodinia* sp.; *6 — Nannoceratopsis* sp.; *7 — Adnatosphaeridium* sp.; *8 — Bromea; 9 — Gonyaulacysta* sp.; *10 — Meiourogonyaulax* sp.; *11 — Dapcodinium* sp.; *12 — Kalyptea.*

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XVI — Dinophyceae:

1 — Ctenidodinium sp.; *2 — Wanea* sp.; *3 — Endoscrinium* sp.; *4 — Systematophora* sp.; *5 — Scriniodinium* sp.; *6 — Oligospĥaeridium* sp.; *7 — Apteodinium* sp.; *8 — Muderongia; 9 — Chlamydophora* sp.; *10 — Dingodinium* sp.; *11 — Cribroperidinium* sp.; *12 — Hystrichodinium* sp.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

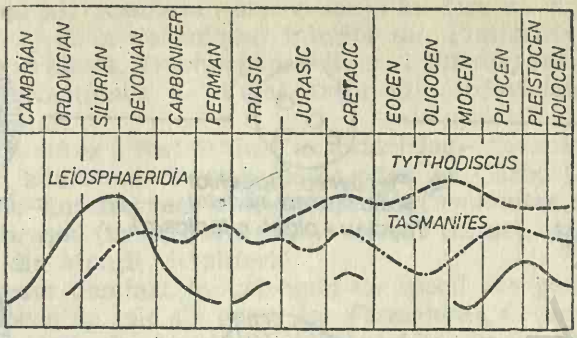


Fig. 42 — Evoluția tasmanaceelor în timp geologic.

mai studiul la microscopul electronic va putea elucida o serie de caractere morfologice ale grupului.

Genuri importante sînt: *Tasmanites* Newton (pl. XVIII, fig. 2), care cuprinde stadii chistate, sferice, cu diametrul variabil de la 60 la 500 microni, prevăzute cu un inel gros și pereți groși străbătuți de pori canaliferi; porii nu sînt numeroși pe suprafața sferei; se întîlnește în ordovician—triasic—miocen; *Leiosphaeridia* Eisenack (pl. XVIII, fig. 3), cu chist sferoidal de 50—100 microni, fără cingulum sau spini apicali, cu peretele sferei gros (8—10 microni), neperforat, dar cu cute dens dispuse; se întîlnește în cambrian—cretacic—pliocen; *Titthodiscus* Norem (pl. XVIII, fig. 7), cu chist sferic și diametru mic de 60—100 microni, cu perete gros perforat, cu inel lat cu striuri ce se întretaie, iar zona centrală cu creste dispuse unghiular sub formă de poligoane; se întîlnește în triasic—paleogen—miocen inferior; *Microtithodiscus* Norem (pl. XVIII, fig. 5), cu chist sferic, care nu depășește în diametru 60 de microni; se întîlnește în miocen; *Crassosphaera* Cookson & Manum (pl. XVIII, fig. 6), cu chist sferic cu diametru de 200 pînă la 300 microni și pereți groși perforați cu diametru mare; se întîlnește în miocen.

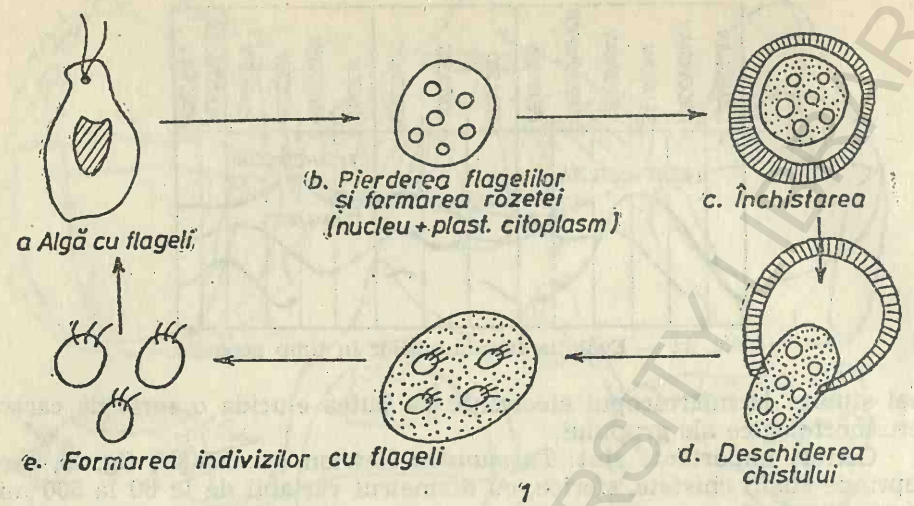
Alte genuri sînt: *Zonosphaeridium, Trachysphaeridium* (pl. XVIII, fig. 10), *Tapajonites* (pl. XVIII, fig. 4), *Perisaccus* (pl. XVIII, fig. 8) și *Hungarodiscus* (pl. XVIII, fig. 9).

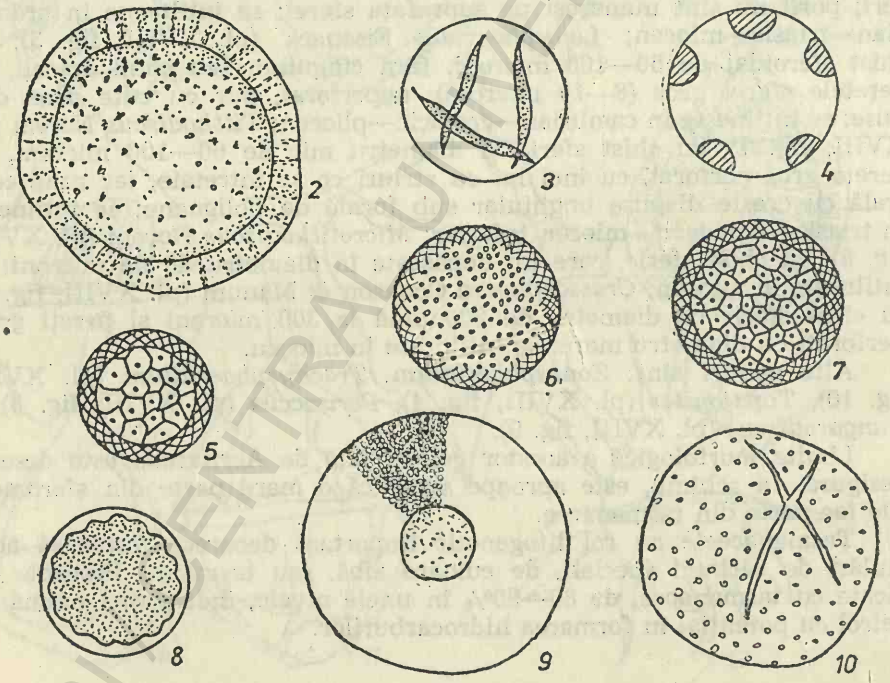
Limita morfologică a acestor genuri față de Acritarcha este deseori nesigură. În schimb, este aproape sigur că o mare parte din sferomorfite fac parte din tasmanacee.

Tasmanaceele au rol litogenetic important deoarece formează acumulări de cărbuni speciali, de culoare albă, sau tasmanit. Procente ridicate cu tasmanacee, de 80—90% în unele nivele, indică roci mumă de petrol cu potențial în formarea hidrocarburilor.

3.3. TASMANACEE ÎN FORMAȚIUNILE GEOLOGICE DIN ROMÂNIA

Deși un grup puțin studiat, cu numeroase specii, a fost semnalat în paleozoic, mezozoic și terțiar. În paleozoic, genul *Leiosphaeridia* a fost întîlnit în forajele de la Nicolina (silurian), în seria de Rășinari din





Planșa XVIII — Tasmanaceae:

1 — ciclul de reproducere la *Pachysphaera pelagica*; *2* — *Tasmanites rexoi*, devonian, diametrul de 470 microni; *3* — *Leiosphaeridia* sp., cambrian — cretacic — miocen; *4* — *Tapajonites* sp., mezozoic; *5* — *Microtithodiscus* sp., miocen; *6* — *Crassosphaera* sp., miocen; *7* — *Tithodiscus* sp., triasic — miocen inferior; *8* — *Perisaccus* sp., cenozoic; *9* — *Hungarodiscus fragilis*, oligocen, diametrul de 50 microni; *10* — *Trachysphaeridium* sp., ordovician.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Carpații Meridionali (cambrian-ordovician), în forajul de la Țăndărei (silurian superior) și în devonianul inferior din Platforma Moesică. Genurile *Zonosphaeridium, Trachysphaeridium* și *Stictosphaeridium* au fost semnalate în formațiunea de Valea Izvorului (ordovician-silurian) din Carpații Meridionali.

Genul *Tasmanites* a fost întîlnit în ordovician—devonianul din masivul Locva și în silurianul din apropierea comunei Corbu (Harghita).

În mezozoic sînt frecvent citate genurile *Tasmanites* și *Tithodiscus*, de la Cristian-Brașov (triasic), Vulcan — Brașov (liasic), stratele de Meteș (apțian-albian) din Munții Metaliferi.

Neozoicul este dominat în paleogen de specii ale genului *Tithodiscus*, apoi în miocen de cele ale genurilor *Tasmanites, Crassosphaera*. Pliocenul conține specii ale genului *Leiosphaeridia*, unele noi, cum ar fi: *L. pannonica* Balteș (1970).

4. CHITINOZOARE

Sînt organisme descoperite în anul 1931 de A. Eisenack în galeții din arealul Scutului Baltic. După 1955 studiul acestor organisme se intensifică și numărul lucrărilor cu referiri la chitinozoare crește vertiginos (fig. 43). Au mărime variabilă de la 30 la 750 microni, uneori atingînd 1,5 mm. Au forme de cilindru, de sticlă, de pară, cu pereții formați din 2—3 straturi distincte și compoziție chimică apropiată de chitină. Sînt organisme marine cu afinități nesigure și multiple, paleozoice.

4.1. MORFOLOGIE EXTERNĂ

Testul prezintă două părți distincte: *tubul oral* și *camera*, care face parte din veziculă. Tubul oral cuprinde o zonă cilindrică, după care urmează gîtul ce se îngustează la nivelul guleraşului. Prezintă și o deschidere situată terminal (pseudostom) (pl. XIX, fig. 1; pl. XXIII, fig. 14, 15).

Camera face legătura cu gîtul prin zona de flexură. *Vezicula* cuprinde camera și tubul. Partea centrală, simetrică în raport cu axa longitudinală, poartă numele de *flanc*. Partea terminală sau fundul poate fi închisă sau deschisă. Testul se orientează convențional prin partea largă sau camera în jos și deschiderea în sus, realizînd un pol oral și altul aboral ca la *Lagenochitina baltica* (pl. XIX, fig. 1).

Forma testului este: cilindroidă, ca la *Rhabdochitina* (pl. XIX, fig. 2), ci-

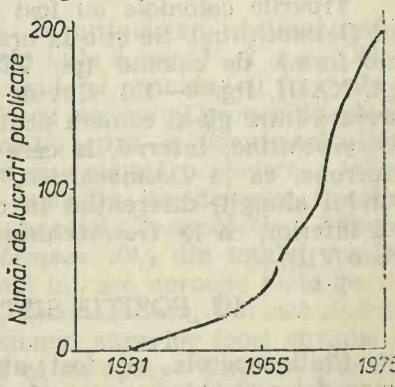


Fig. 43 — Numărul lucrărilor publicate privind chitinozoarele.

lindro-sferoidală, ca la *Lagenochitina* (pl. XIX, fig. 3), cilindro-conoidală, ca la *Ancyrochitina* (pl. XIX, fig. 4; foto IV—V), conoidală, ca la *Conochitina* (pl. XIX, fig. 5), ovoidală, ca la *Desmochitina* (pl. XX, fig. 1), sferoidală, ca la *Desmochitina* (pl. XX, fig. 2), și discoidală, ca la unele specii de *Desmochitina* (pl. XX, fig. 3).

Camera se compune din zona de tranziție între cameră și tubul oral, flancurile și fundul (pl. XIX, fig. 1). Această parte poate avea și o carenă cu rol de inserție la tipurile coloniale. Carena este incipientă sau în devenire (*Desmochitina cingulata,* pl. XX, fig. 4), groasă (*Sphaerochitina,* pl. XX, fig. 5; foto III), alungită (*Cyathochitina,* pl. XX, fig. 6), perforată sau reticulată (*Clathrochitina striata,* pl. XX, fig. 7,8), palmată (*C. campanuliformis,* pl. XX, fig. 9) și digitată (*Pogonochitina,* pl. XX, fig. 10).

Apendicii sînt în număr restrîns sau formează un strat la periferia fundului. Forma acestora este extrem de diversă (pl. XX, fig. 11—20). Fundul poate fi plat (*Rhabdochitina conocephala,* pl. XXI, fig. 4, 5), convex (*Lagenochitina elegans,* pl. XXI, fig. 1, 2), ogival (*Amphorachitina conifundus,* pl. XXI, fig. 3) și alungit îngustat (*Desmochitina elegans,* pl. XXI, fig. 6—7).

Fundul prezintă îngroșări diverse: mucrone, tub membranos, manșon (pl. XXI, fig. 8—14).

Tubul oral cuprinde gîtul, guleraşul și pseudostoma (pl. XXI, fig. 15—21).

Pseudostomul corespunde deschiderii situate la polul oral cu rol important în fixarea veziculelor în colonie. Tubul oral este ornamentat (*Angochitina devonica, A. echinata,* foto VI).

Structura tegumentului chitinos este reprezentată de 3 straturi distincte: a) *periderrul membranos* sau partea periferică a stratului extern, care lipsește la *Eremochitina* și *Velatachitina;* b) *ectoderrul* sau stratul extern, care poate fi acoperit de ornamentații (striuri la *Clathrochitina striata;* granule la *Sphaerochitina concava,* spini la *Angochitina,* pilozități, creste, peri ramificați și rizoidali (pl. XXI, fig. 22—24; pl. XXIII, fig. 1—5); c) *endoderrul* sau stratul intern, care se compune din *opistosoma* plasată aboral, *mesosoma* care nu se păstrează prin fosilizare și *prosoma* dispusă oral (pl. XXII, fig. 1).

Tipurile coloniale au fost plasate de Eisenack în cadrul genului *Desmochitina.* Se știe la ora actuală că toate genurile pot fi întîlnite sub formă de colonie (pl. XXII, fig. 2). Legăturile între vezicule (pl. XXIII, fig. 6—13) sînt de 3 feluri: prin *juxtapunere* sau legătură precară între gît și cameră pentru indivizii întîlniți frecvent izolați, ca la *Ancyrochitina; internă,* la care guleraşul se fixează strîns de fund prin mucrone, ca la *Desmochitina, Eremochitina, Urochitina* și *externă* cu fundul alungit, diferențiat în clapetă, acoperind pseudostoma individului inferior, ca la *Desmochitina elegans* și *Gotlandochitina martinssoni* (foto VII).

4.2. POZIȚIE SISTEMATICĂ ȘI CLASIFICARE

Chitinozoarele au fost atribuite ciupercilor, algelor, flagelatelor, rizopodelor și chiar unor ouă de metazoare. W. A. Jenkins (1970) le consideră stadii presiculare de graptoliți. A. M. Obut (1973) este de pă-

rere că aparţin unui ordin de plante unicelulare (alge) apropiat de dinoficee. Un studiu aprofundat asupra chitinozoarelor, realizat cu ajutorul microscopului electronic, a fost efectuat de S. Laufeld (1974), care aduce şi unele argumente noi cu privire la poziţia sistematică a chitinozoarelor. Laufeld arată că orientarea veziculelor în sedimente exclude apartanenţa chitinozoarelor la organismele infaunale. Apendicii şi spinii sînt ataşaţi de veziculă, din afară sugerînd un fel de ţesut al unor organisme metazoare. Spinii tubulari indică o viaţă planctonică sau pseudoplanctonică. Cele cu pereţii groşi duceau viaţă bentonică. Toate indicaţiile menţionate evidenţiază posibilitatea ca aceste organisme să reprezinte ouă ale unor metazoare paleozoice. Coloniile helicoidale întîlnite, deseori sugerează afinităţi cu anelidele (viermi) sau cu gasteropodele.

Clasificare. Eisenach a propus următoarea clasificare:

Ord. Chitinozoa

Subord. Copulida (partea aborală perforată)

Subord. Acopulida (partea aborală neperforată)

Subord. Copulida cuprinde: Fam. Conochitinidae, conice şi claviforme: *Eremochitina*, pl. XXIV, fig. 1, *Pterochitina*, pl. XXVII, fig. 4—5, *Cyathochitina*, pl. XXIV, fig. 2, *Conochitina*, pl. XXIV, fig. 3; Fam. Desmochitinidae, coloniale cu racordare prin regiunea orală: *Desmochitina*, pl. XXIV, fig. 4; pl. XXVI, fig. 3.

Subord. Acopulida cuprinde: Fam. Ancyrochitinidae, sferice cu gît şi spini: *Ancyrochitina*, pl. XXIV, fig. 5, *Clathrochitina*, pl. XXVII, fig. 10, *Plechtochitina*, pl. XXVII, fig. 7, *Pogonochitina*, pl. XXVI, fig. 16; Fam. Lagenochitinidae cu aspect lageniform; *Earlachitina*, pl. XXVII, fig. 14, *Cyathochitina*, pl. XXV, fig. 9, *Angochitina*, pl. XXIV, fig. 9, *Stephanochitina*, pl. XXVII, fig. 3, *Fungochitina*, pl. XXVI, fig. 4, *Lagenochitina*, pl. XXV, fig. 10, *Amphorachitina*, pl. XXV, fig. 2, *Ollachitina*, pl. XXV, fig. 1, *Velatachitina*, pl. XXV, fig. 11, *Sphaerochitina*, pl. XXVII, fig. 6, *Illichitina*, pl. XXVI, fig. 13—14, *Rhabdochitina*, pl. XXV, fig. 8, *Euconochitina*, pl. XXV, fig. 6, *Acanthochitina*, pl. XXVI, fig. 6, *Bursachitina*, pl. XXVI, fig. 12, *Hoegisphaera*, pl. XXIV, fig. 6, *Clavachitina*, pl. XXVI, fig. 11.

4.3. EVOLUŢIA CHITINOZOARELOR

S-a desfăşurat în trei etape (fig. 44). În ordovician, chitinozoarele apar la limita cambrian-ordovician, fiind de talie mare, 1—2 mm (*Ollachitina* şi *Amphorachitina*). Au forme lagenoide şi conoide, cu fund aboral sifonat (*Eremochitina, Siphonochitina*), cu corona (*Coronochitina*) şi carenă (*Cyathochitina*). În ordovicianul mediu apar şi tipuri coloniale (*Hoegisphaera* şi *Desmochitina*). În silurian se constată o scădere a taliei (0,5—1,2 mm). Dispar tipurile conoide şi rabdoide. Se dezvoltă tipurile coloniale, sferoide, lagenoide cu numeroşi apendici (*Desmochitina, Sphaerochitina, Ancyrochitina*), care ajung să formeze 80% din totalul speciilor siluriene. Devonianul este o etapă finală în care aproape toate genurile dispar. Sînt tipice acum *Angochitina, Desmochitina, Bursachitina* şi *Urochitina*. Chitinozoarele dispar în devonianul superior (post strunian).

Filogenetic chitinozoarele se consideră că au apărut dintr-un trunchi comun, în cambrianul superior. Se disting 6 ramuri evolutive: ramura *sifonoidă (Eremochitina, Amphorachitina, Velatachitina, Siphonochitina);*

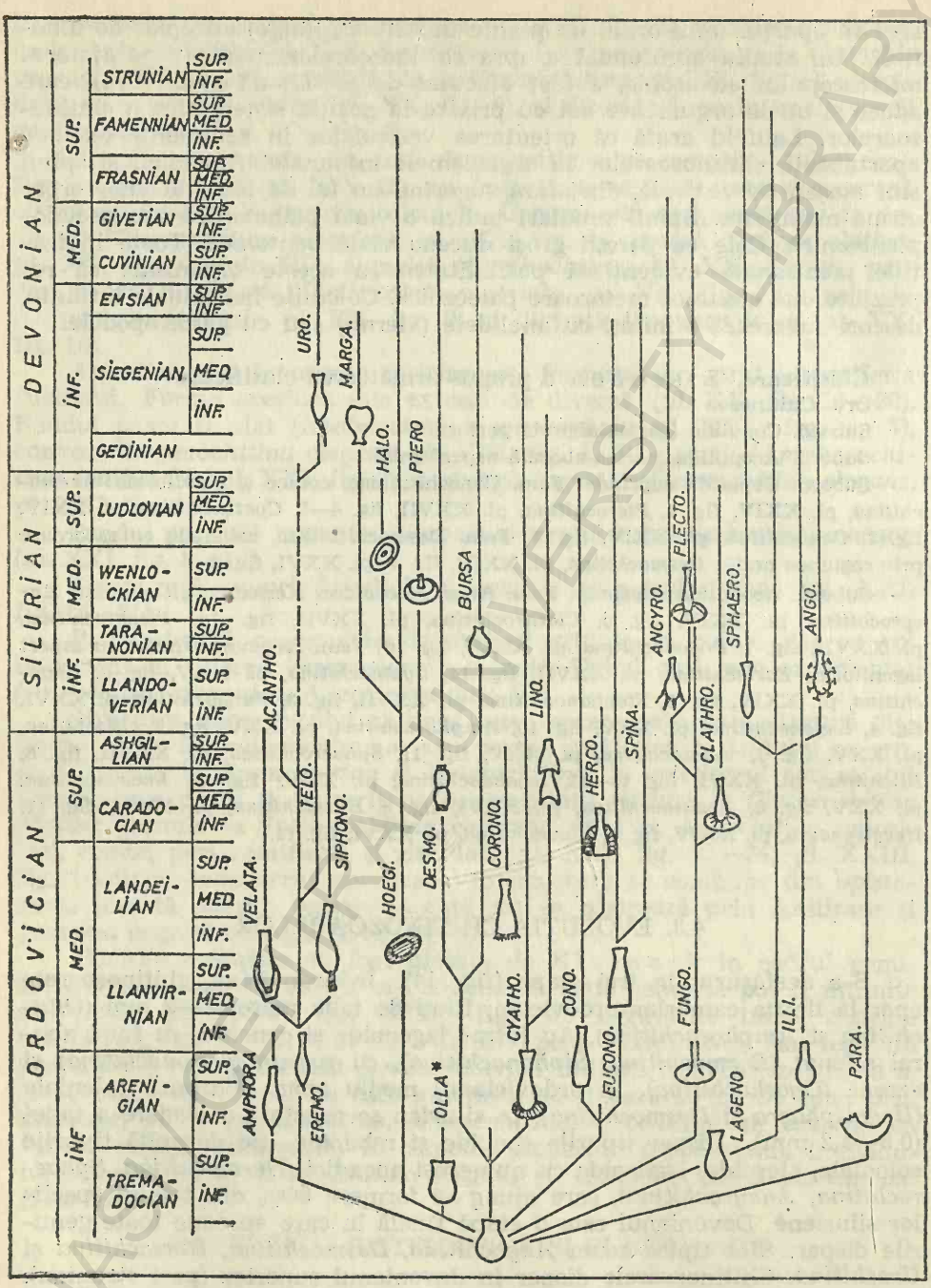


Fig. 44 — Încercare de prezentare a evoluției stratigrafice și filogenetice a principalelor genuri de chitinozoare (după Chateauneuf și Reyre, 1974).

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

ramura discoidă *(Hoegisphaera, Pterochitina, Margachitina);* ramura *carenoidă (Cyathochitina, Coronochitina, Desmochitina);* ramura *conoidă (Euconochitina, Conochitina, Spinachitina, Cladochitina);* ramura *ancyroidă (Fungochitina, Clathrochitina, Ancyrochitina, Plectochitina)* și ramura *lagenoidă (Lagenochitina, Illichitina, Sphaerochitina* și *Angochitina)* (fig. 44).

Repartiția stratigrafică a chitinozoarelor este ilustrată în tabelul IV. Apar în tremadocian *(Ollachitina)* și dispar în devonianul superior. Chitinozoarele sînt fosile index pentru intervalul ordovician-devonian mediu.

4.4. CHITINOZOARE ÎN FORMAȚIUNILE GEOLOGICE DIN ROMÂNIA

Primele asociații de chitinozoare provin din forajele executate în Platforma Moesică și Platforma Moldovenească (D. Beju și N. Dăneț, 1962).

În argilitele negre traversate de foraje, la Bordeiul Verde, Țăndărei și Mangalia pe lîngă acritarchi au fost întîlnite chitinozoare cu dimensiuni de 250—900 microni de tip: *Lagenochitina porrecta, L. magnifica, L. maxima, Conochitina insueta, C. claviformis, C. macarovici* Beju, *Rhabochitina usituta, R. claviformis, Cyathochitina calis, Desmochitina minor* și rar *Ancyrochitina.* Asociația corespunde zonei O_3 caradocian-ashgillian (ordovician superior). Paleozoicul din Platforma Moesică este caracterizat de trei grupe principale: Acritarcha, Chitinozoa și Spori-polen (fig. 45).

Zona G_1 conține *Angochitina longicolla, Conochitina proboscifera, C. turris, C. claviformis, Ancyrochitina* cf. *ancyrea, Sphaerochitina sphaerocephala.* Vîrsta zonei este silurian inferior și mediu.

Silurianul superior este caracterizat de *zona* G_2 interceptată în forajele de la Chilia, Balș, Optași, Bordeiul Verde, Călărași și Mangalia (D. Beju, 1971), (fig. 46). Chitinozoarele sînt de tip cilindro-sferic, sînt ornate și au talii mici. Asociația conține: *Ancyrochitina ancyrea, A. fragilis, A. moldavica* Beju și Dăneț, alături de tipuri coloniale ca *Linochitina erratica, L. cingulata, Margachitina margaritana* și *Angochitina capillata.*

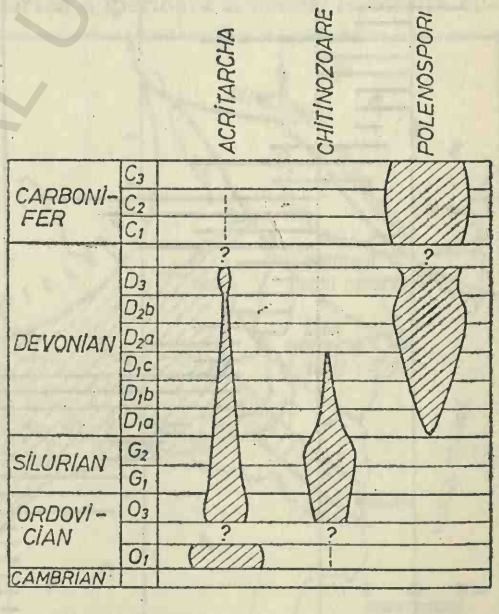
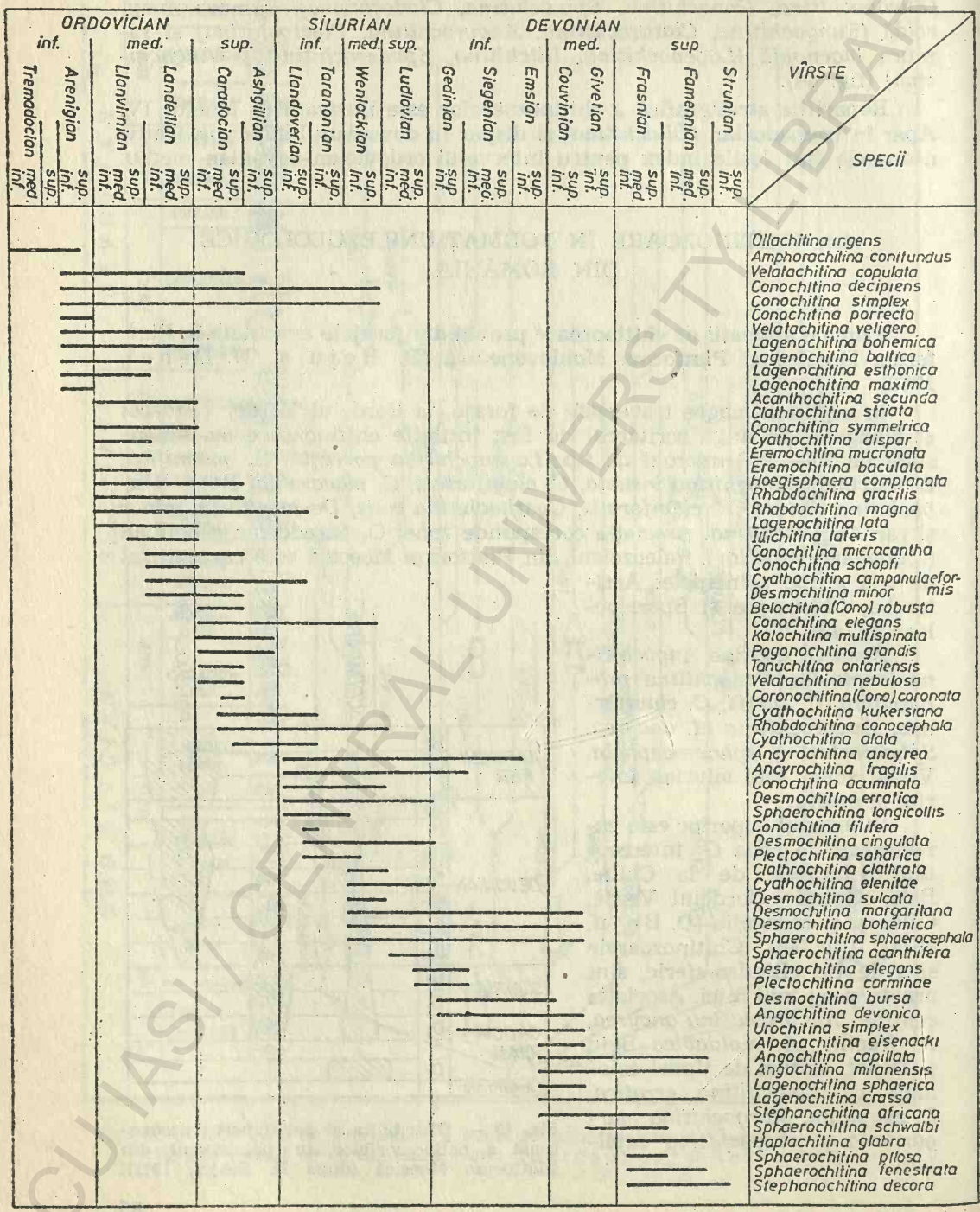


Fig. 45 — Distribuția și participarea procentuală a palinomorfelor în paleozoicul din Platforma Moesică (după D. Beju, 1971).

Repartiţia principalelor specii de chitinozoare din paleozoic



BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

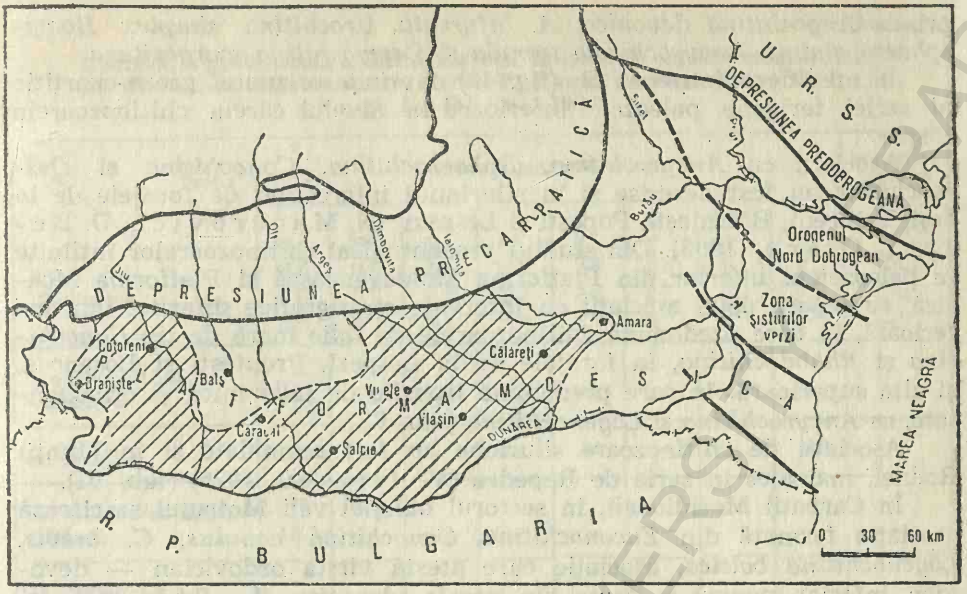


Fig. 46 — Răspîndirea depozitelor ordovician-siluriene în Platforma Moesică (după D. B e j u, 1971).

Devonianul inferior corespunde *zonei* D_1 cu larg areal distributiv în cadrul platformei (fig. 47). Chitinozoarele au talii mici, sînt ornate cu apendici ramificaţi şi dispar spre partea superioară a zonei. Asociaţia cu-

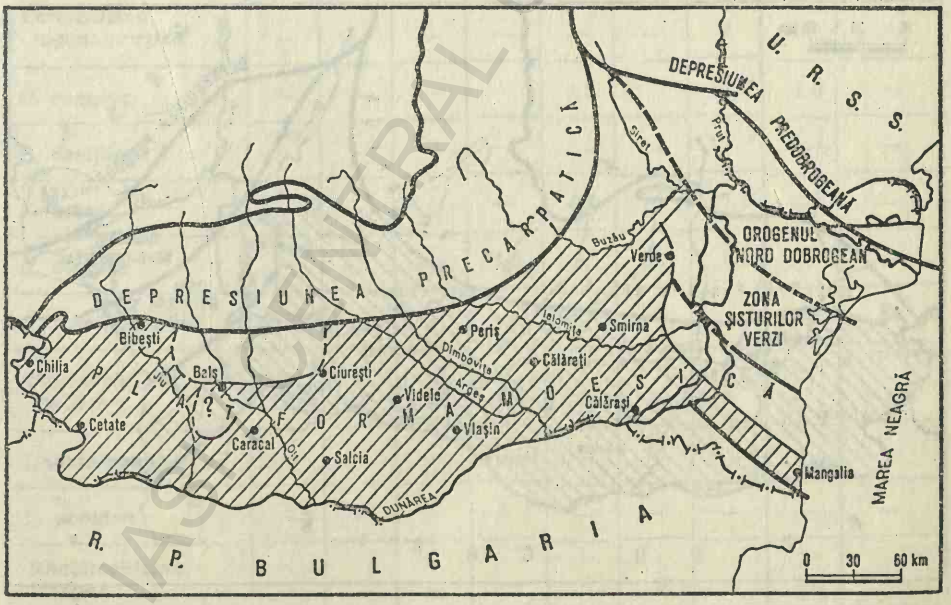


Fig. 47 — Răspîndirea depozitelor devonian inferioare în arealul Platformei Moesice (după D. B e j u, 1971).

prinde *Angochitina devonica, A. bifurcata, Urochitina simplex Hoegisphaera glabra, Ancyrochitina tumida* și *Desmochitina margaritana.*

În mezodevonian *zona* D_2 (fig. 48) cuprinde orizontul grezo-cuarțitic al seriei terigene paleozoic inferioare la nivelul căreia chitinozoarele dispar.

Asociații cu *Ancyrochitina, Sphaerochitina, Conochitina* și *Desmochitina* au fost descrise și în silurianul interceptat de forajele de la Iași, Todireni, Bătrînești, Popești și Lespezi (N. Macarovici, D. Beju, L. Olaru, 1965). Din studiul procentual al chitinozoarelor întîlnite în paleozoicul inferior din Platforma Moldovenească și Platforma Moesică se separă două asociații cu intervale stratigrafice diferite: una inferioară, în care predomină chitinozoarele de talie mare de tip *Conochitina* și *Rhabdochitina,* în forajele de la Lespezi, Preutești și Bosancea, și alta superioară, în care predomină tipurile de talie mică și ornamentate, ca *Ancyrochitina* și *Lagenochitina* (tab. V).

Asociații de chitinozoare siluriene au fost semnalate și în Munții Rodnei, mai ales în seria de Repedea (V. Iliescu, 1976) (tab. VI).

În Carpații Meridionali, în sectorul obîrșiei văii Motrului se citează asociația formată din *Euconochitina, Conochitina conulus, C. brevis, Lagenochitina baltica,* asociație care atestă vîrsta ordovician — devonian inferior pentru o parte din aceste depozite (I. Stănoiu și V. Iliescu, 1976). Într-un alt sector, tot din arealul Carpaților Meridionali, în seria de Locva din Banat s-a identificat asociația cu *Conochitina, Clathrochitina* și *Desmochitina,* care precizează vîrsta ordovician-silurian pentru seria menționată (tab. VII).

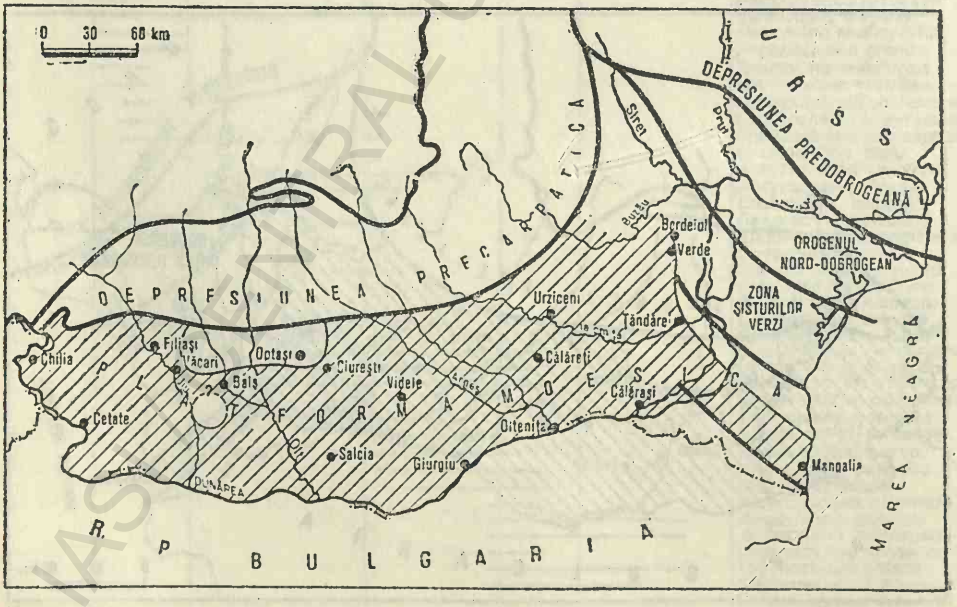


Fig. 48 — Răspîndirea depozitelor devonianului mediu și superior în Platforma Moesică (după D. Beju, 1971).

Tabelul V

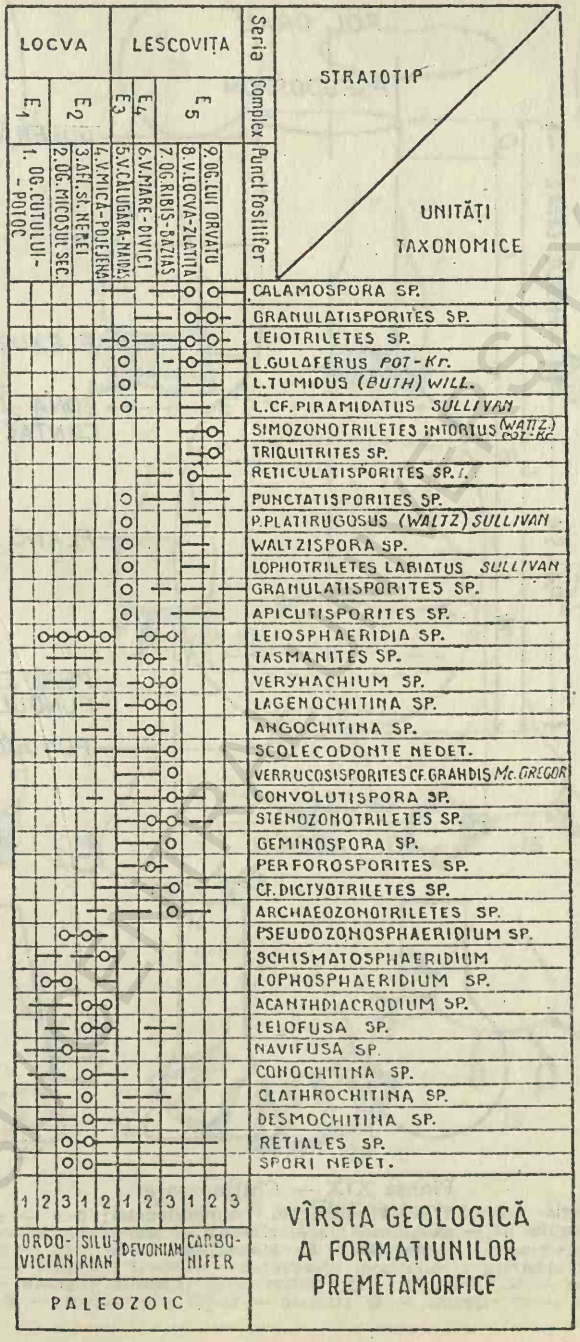
Distribuția procentuală a chitinozoarelor în carotele paleozoicului inferior din Platforma Moldovenească și din Platforma Moesică (după D. Beju și N. Dăneț, 1962)

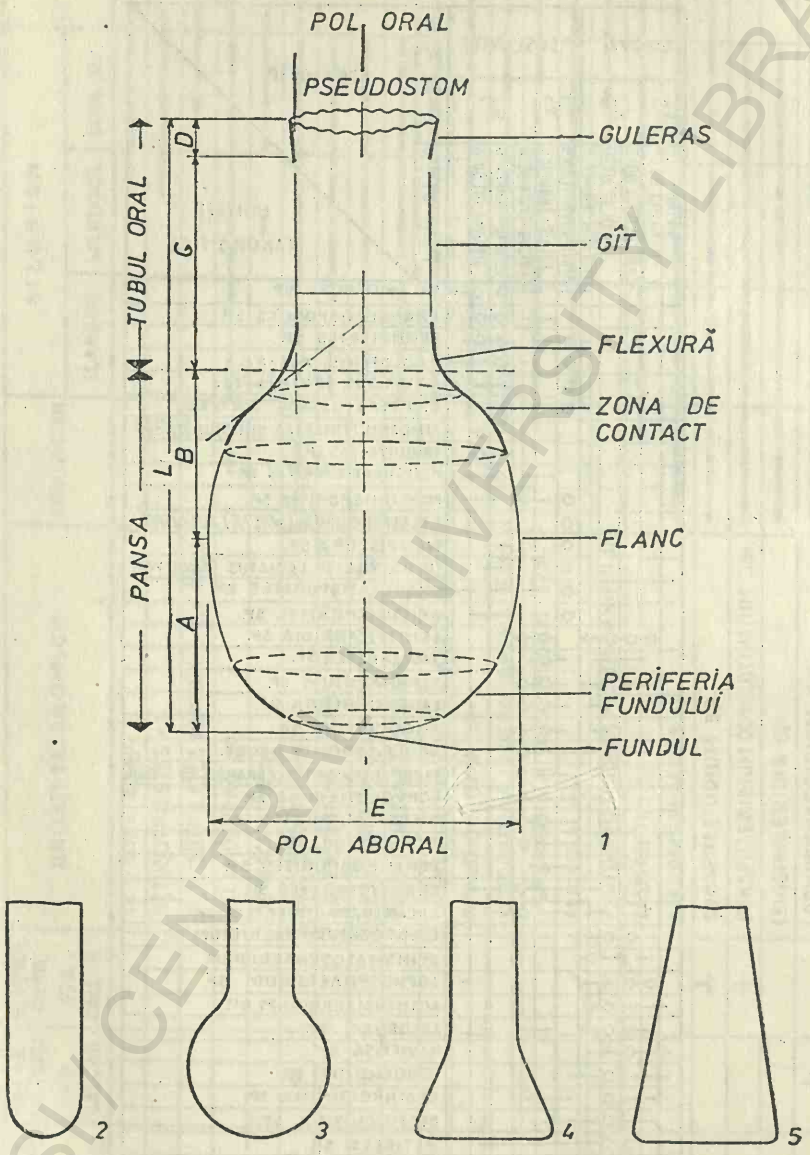
Proba / Chitinozoa	Platforma Moldovenească								Platforma Moesică
	51 Rădăuți 1 251 m	50 Rădăuți 1 336 m	49 Rădăuți 1 773,5 m	49 Rădăuți 1 800 m	86 Bosancea 1 358 m	80 Preuteşti 1 377 m	91 Lespezi 999 m	1 Popești 710 m	1 Oprașl 2 751 m
Ancyrochitina ancyrea	17,3	5,8	—	8,3	—	—	—	49,7	—
A. fragilis	—	—	—	—	—	—	—	8,5	—
A. moldavica Beju & Dăneț	10,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Angochitina capillata	—	5,8	23,5	7	—	—	—	—	—
A. cf. capillata	—	—	12	4,2	—	—	—	—	—
A. echinata	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Conochitina lagenomorpha	—	—	—	—	—	—	2	—	10,3
C. conulus	—	—	—	—	9,8	3	13,3	1,6	—
C. decipiens	—	—	—	—	8,8	28	19	—	—
C. brevis	—	—	—	—	6,8	12	7,3	—	—
C. elegans	—	3,8	—	1,4	—	12	6,5	—	—
C. intermedia	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Lagenochitina baltica	12	5,8	7,8	8,5	—	—	3	—	8,1
L. macrostoma	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—
L. ovoidea	4,3	—	2	3	—	—	—	—	—
Rhabdochitina magna	—	—	—	—	9,6	8	9	—	—
Scolecodonte	1,4	—	—	—	30,9	16	10	4,7	8,1

Distribuția stratigrafică a palinomorfelor în seria de Repedea din Munții Rodnei (Carpații Orientali)

MIHĂIASA 1,344 A ȘIST. GRAFITOS + CALCAR	VALEA BISTRIȚA 45 ȘIST GRAFITOS	VALEA BISTRIȚA 46 CALCAR	IZVORUL CEPII 976 CALCAR	UNITĂȚI TAXONOMICE	ORDOVICIAN	SILURIAN			DEVONIAN
						LLANDOV.	WEHLOCK.	LUDLOV.	
+				LEIOTRILETES sp			—		
+				RETUSOTRILETES sp.			—		
+				RETUSOTRILETES COMMUNIS sp. *Naum*					
+				CALAMOSPORA sp.	—				
+	+			BURSACHITINA sp.			—		
+		+		LAGENOCHITINA sp.					
+	+			LAGENOCHITINA MACROSTOMA *T.J.*					
		+		LAGENOCHITINA cf. MACROSTOMA *T.J.*					
	+			DESMOCHITINA CINGULATA *Eis.*					
+				DESMOCHITINA CINGULATA SERRATA *T.J.*					
			+	SPHAEROCHITINA SP.					
+	+			CONOCHITINA LAGENOMORPHA *Eis.*					
+	+			VERYHAKHIUM TRISPINOSUM *Eis.*					
	+			LEIOFUSA sp.					
			+	PROTOSPHAERIDIUM MICROGRANIFER *St.*					
	+			TASMANITES SP.					
+				STAUROCEPHALITES sp.					
+			+	SYNSPHAERIDIUM sp.					
			+	SYNSPHAERIDIUM CONGLUTINATUM *Tim.*					—
	+			LEIOSPHAERIDIA sp					—
	+	+		LOPHOSPHAERIDIUM sp.					
			+	POLYPORATA VERRUCOSA *Pich.*	— — —				

Distribuția stratigrafică a palinomorfelor în formațiunile cristalofiliene din Masivul Locva (Banat) (după Adina Visarion, 1976)

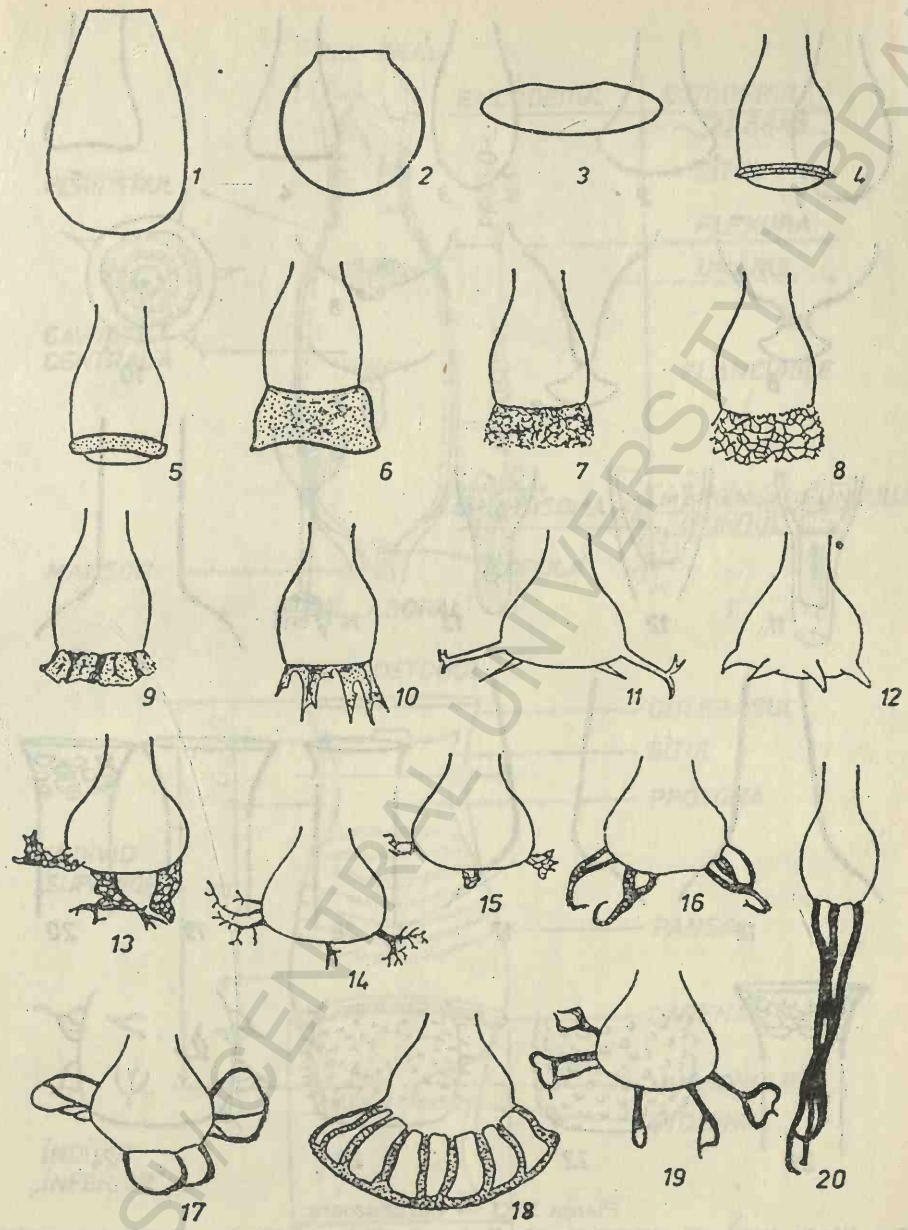




Planşa XIX — Chitinozoare:

1 — morfologia testului (*A—F*, elemente dimensionale); *2—5* — principalele forme ale testului (*2* — cilindroidă; *3* — cilindro — sferoidală; *4* — cilindro — conoidală; *5* — conoidală).

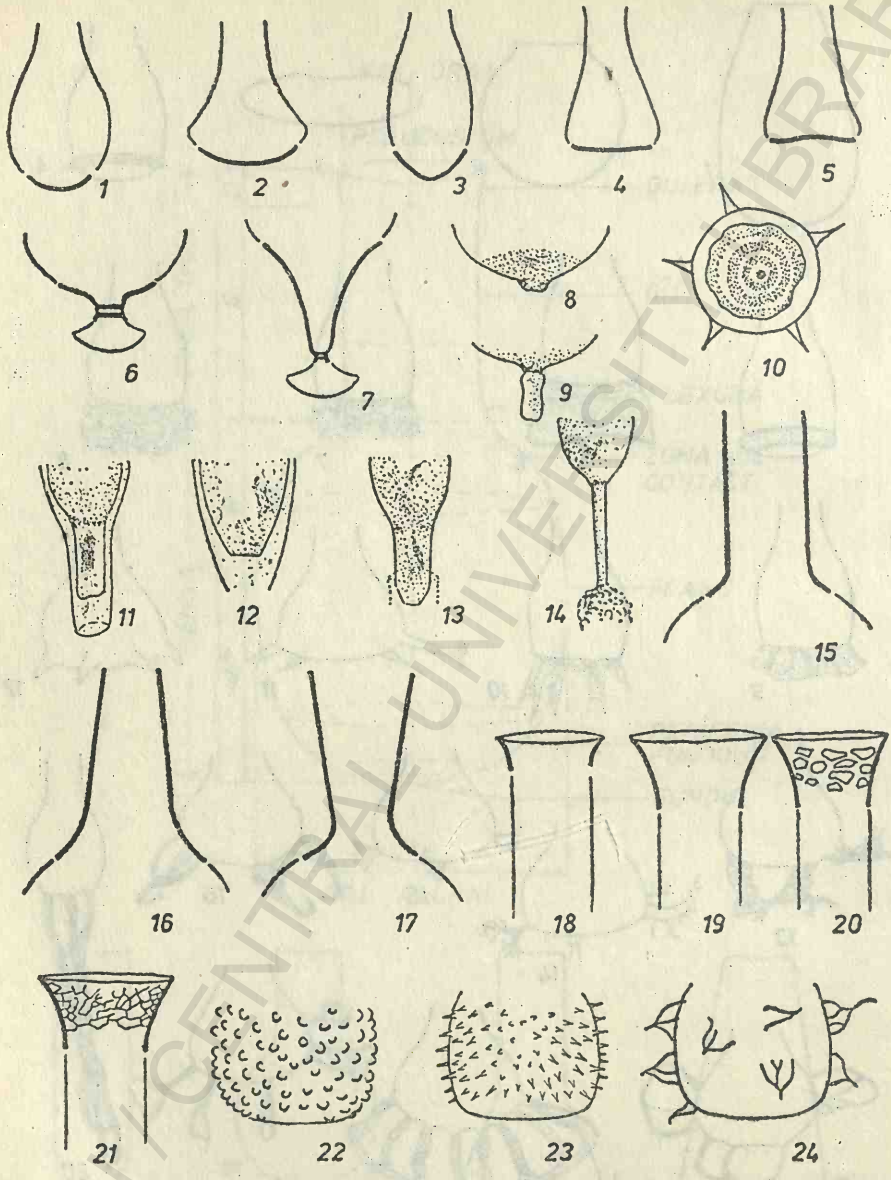
BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XX — Chitinozoare:

1—3 — principalele forme ale testului (*1* — ovoidal; *2* — sferoidal; *3* — discoidal); *4—10* — tipuri de carene (*4* — incipientă; *5* — groasă; *6* — alungită; *7* — perforată; *8* — reticulată; *9* — palmată; *10* — digitată); *11—20* — ornamentații localizate la periferia fundului sub formă de apendici (*11* — alungiți-bifurcați; *12* — reduși; *13* — rizoidali; *14* — ramificați; *15* — biformi; *16* — coalescenți; *17—18* — sudați; *19* — clavați; *20* — filiformi).

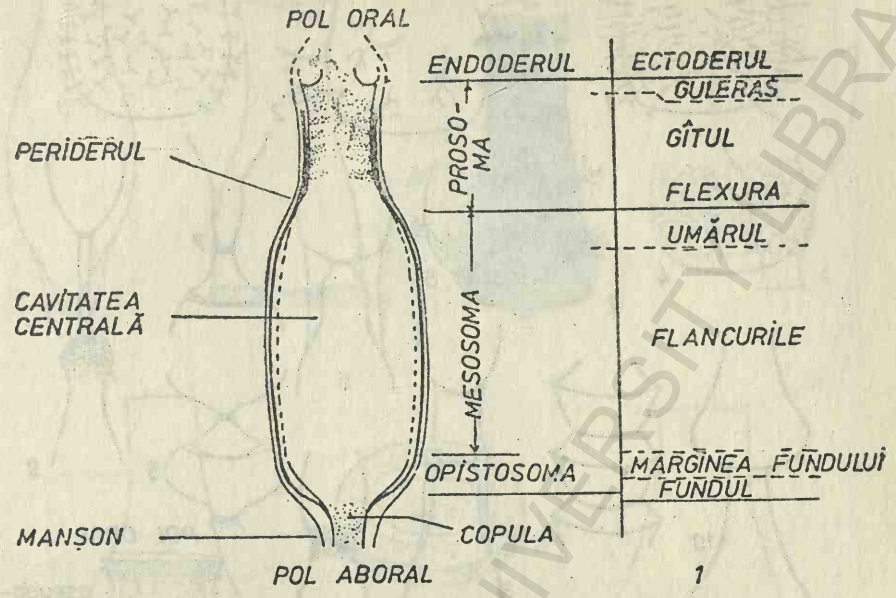
BCU ASSENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

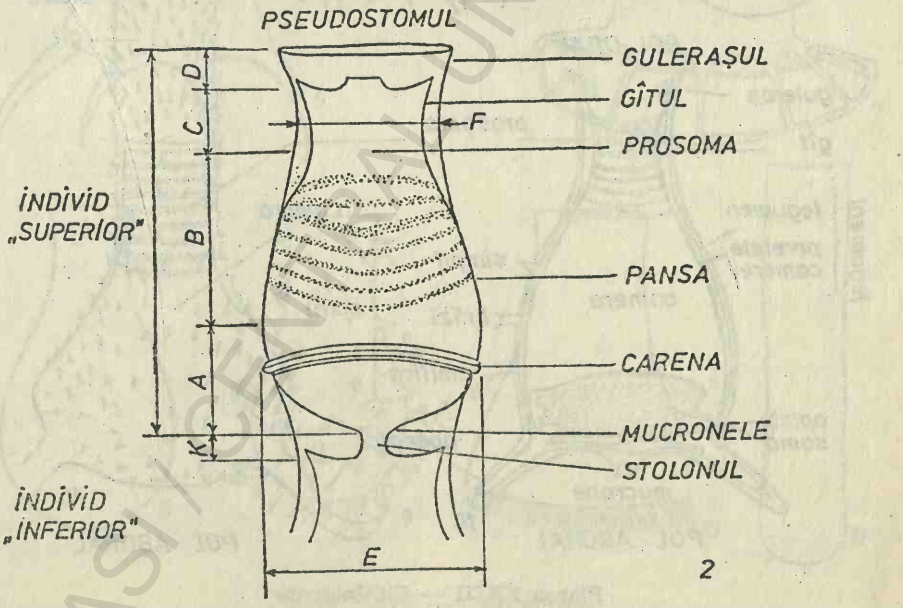


Planșa XXI — Chitinozoare:

1—7 — diferite forme ale regiunii aborale (*1—2* — funduri convexe; *3* — ogival; *4—5* — plat; *6—7* — îngustat); *8—14* — diferențieri morfologice în cadrul polului aboral (*8* — mucrone; *9* — mucrone cu stolon; *10* — disc aboral; *11* — manșon cu copula la interior; *12* — manșon; *13* — copula scurtă; *14* — copula alungită); *15—17* — diferite tipuri morfologice de gît (*15* — cilindroid; *16* — conoidal drept; *17* — conoidal răsfrînt); *18—21* — tipuri morfologice de guleraș (*18* — scurt; *19* — amplificat; *20* — fenestrat; *21* — clathrat); *22—24* — diferite tipuri de ornamentație ale ectodermului (*22* — granular; *23* — spini; *24* — pilozități coalescente).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

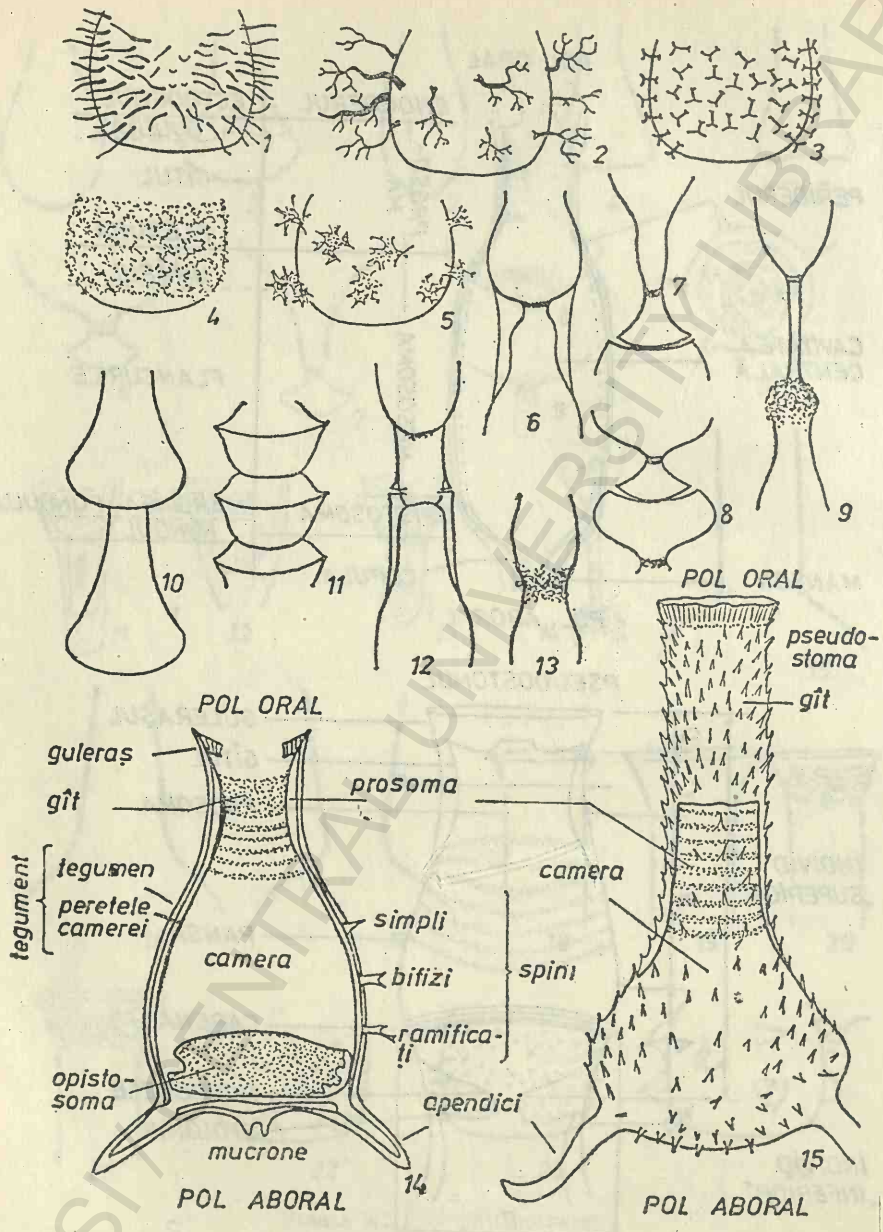




Planșa XXII — Chitinozoare:

1 — structura tegumentului la chitinozoare (definiția termenilor utilizați pentru endoder sau stratul intern și ectoder pentru stratul extern); *2* — structura tegumentului la chitinozoarele coloniale de tip *Desmochitina*.

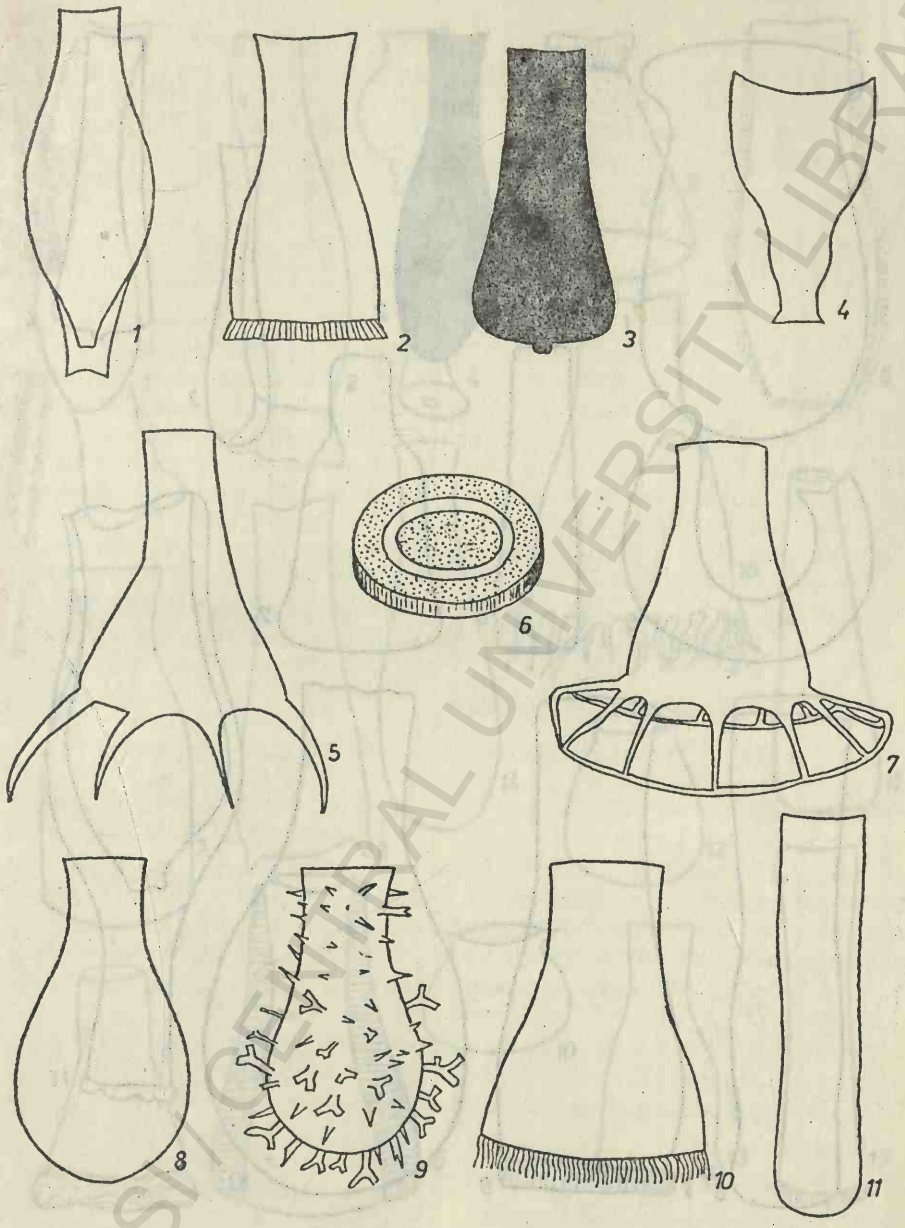
BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXIII — Chitinozoare:

1—5 — diferite tipuri de ornamentație ale ectodermului (*1* — peri; *2* — ramificații branhiolate; *3* — peri furcați; *4* — peri cu aspect de pîslă; *5* — rizoizi); *6—13* — tipuri de legături la chitinozoarele coloniale (*6* — scurt internă; *7* — lung externă; *8* — lung externă; *9* — foarte lungă; *10* — prin suprapunere; *11* — foarte scurtă; *12* — lungă; *13* — scurtă); *14—15* — elemente morfologice la chitinozoare.

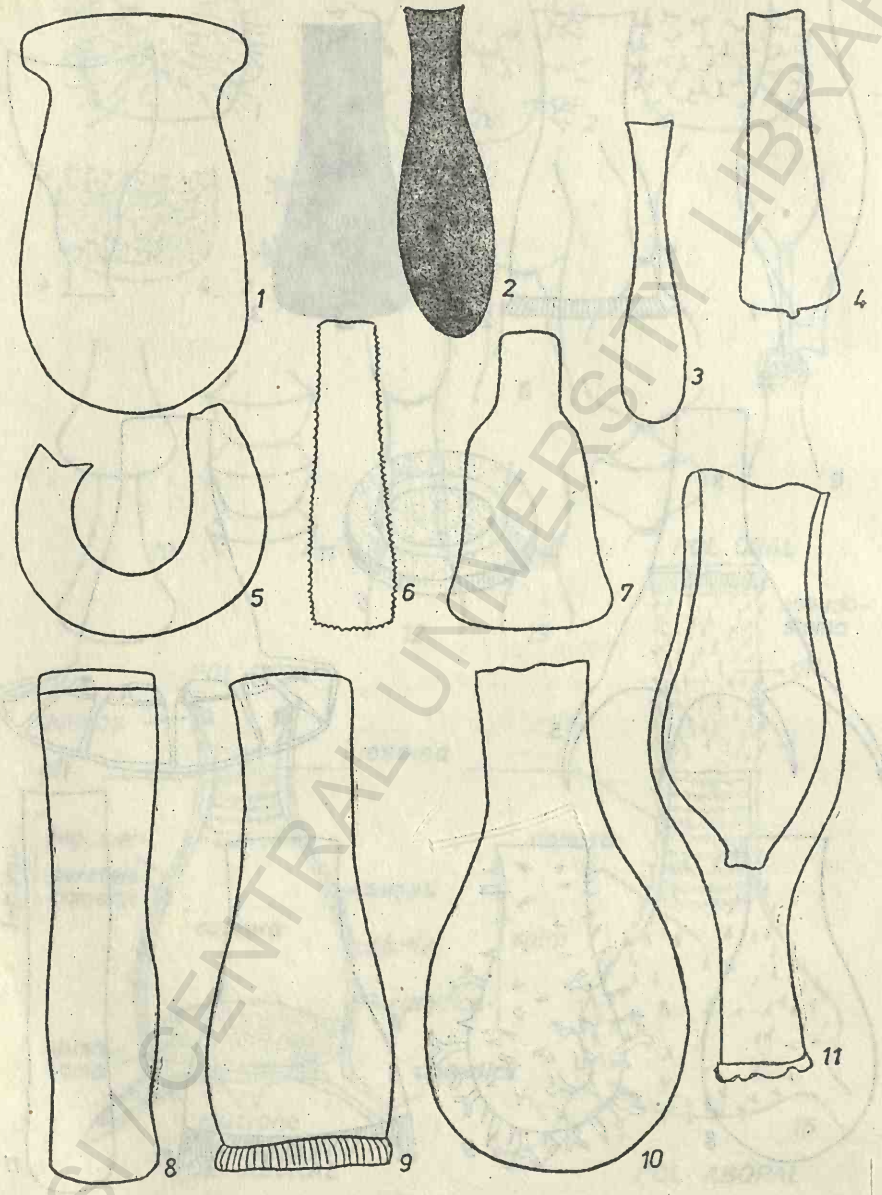
BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXIV — Chitinozoare:

1 — *Eremochitina* sp.; *2* — *Cyathochitina* sp.; *3* — *Conochitina*; *4* — *Desmochitina* sp.; *5* — *Ancyrochitina* sp.; *6* — *Hoegisphaera* sp.; *7* — *Plectochitina* sp.; *8* — *Lagenochitina* sp.; *9* — *Angochitina* sp.; *10* — *Pogonochitina* sp.; *11* — *Rhabdochitina* sp. (*1—11*; ×125).

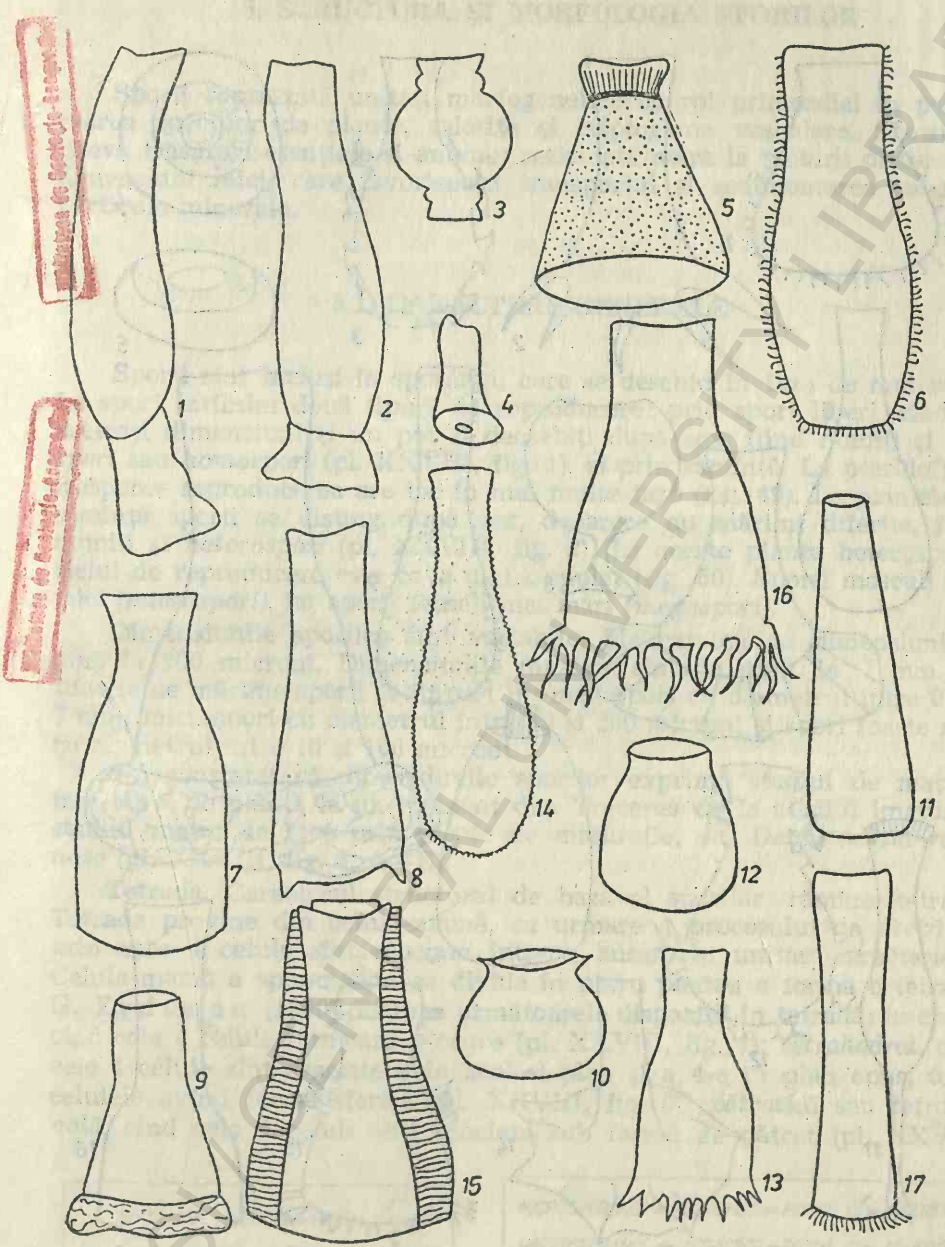
BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa XXV — Chitinozoare:

1 — Ollachitina sp.; *2 — Amphorachitina* sp.; *3 — Conochitina* sp.; *4 — Conochitina* sp.; *5 — Parachitina* sp.; *6 — Euconochitina* sp.; *7 — Euconochitina* sp.; *8 — Rhabdochitina* sp.; *9 — Cyathochitina* sp.; *10 — Lagenochitina* sp.; *11 — Velatachitina* sp. (1—11; ×100).

BCU ASTRA CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXVI — Chitinozoare:

1—2 — Siphonochitina sp.; *3 — Desmochitina* sp.; *4 — Fungochitina* sp.; *5 — Belonechitina* sp.; *6 — Acanthochitina* sp.; *7 — Cylindrochitina* sp.; *8 — Tanuchitina* sp.; *9 — Sagenachitina* sp.; *10 — Calpichitina* sp.; *11 — Clavachitina* sp.; *12 — Bursachitina* sp.; *13, 14 — Illichitina* sp.; *15 — Hercochitina* sp.; *16 — Pogonochitina* sp.; *17 — Coronochitina* sp. (1—17; ×100).

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Planșa XXVII — Chitinozoare:

1 — *Kalochitina* sp.; *2* — *Ancyrochitina* sp.; *3* — *Stephanochitina* sp.; *4, 5* — *Pterochitina* sp.; *6* — *Sphaerochitina* sp.; *7* — *Plechtochitina* sp.; *8* — *Margachitina* sp.; *9* — *Angochitina* sp.; *10* — *Clathrochitina* sp.; *11* — *Urochitina* sp.; *12* — *Angochitina* sp.; *13* — *Eisenackichitina* sp.; *14* — *Earlachitina* sp.; *15* — *Alpenachitina* sp.; *16* — *Haplochitina* (*1—16*; ×100).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

5. STRUCTURA ȘI MORFOLOGIA SPORILOR

Sporii reprezintă unități morfogenetice cu rol primordial în perpetuarea speciilor de plante, talofite și criptogame vasculare. Sporii au cîteva trăsături esențiale și anume: rezistență mare la factorii distructivi, dimensiuni mici, care favorizează transportul și sedimentarea ca orice particule minerale.

5.1. CARACTERE GENERALE

Sporii sînt incluși în sporangi, care se deschid în faza de maturație. La spori întîlnim două tipuri de reproducere: prin spori liberi, cînd au aceleași dimensiuni și nu pot fi deosebiți după sex, fiind numiți și *izospori* sau *homospori* (pl. XXVIII, fig. 1), și prin sămînță. La pteridofitele izosporee reproducerea are loc în mai multe faze (fig. 49). La plantele cu sămînță sporii se disting după sex, deoarece au mărimi diferite, fiind numiți și *heterospori* (pl. XXVIII, fig. 2). La aceste plante heterosporee ciclul de reproducere este ceva mai complet (fig. 50). Sporii masculi sînt mici *(microspori)*, iar sporii femeli mai mari *(megaspori)*.

Dimensiunile sporilor sînt variabile. Majoritatea au dimensiuni de pînă la 200 microni. Dimensiunile maxime sînt de pînă la 7 mm. În funcție de mărime sporii se împart în: megaspori cu diametrul între 0,2—7 mm; microspori cu diametrul între 10 și 200 microni și spori foarte mici cu diametrul între 10 și 100 microni.

S-a constatat că dimensiunile sporilor exprimă stadiul de maturitate atins de plantă la un moment dat. Trecerea de la stadiul imatur la stadiul matur se face prin trepte de maturație, ex. *Dennstaedtia rubinosa* (pl. XXVIII, fig. 3, A—E).

Tetrada. Caracterul structural de bază al sporilor rămîne tetrada. Tetrada provine din celula-mamă, ca urmare a procesului de diviziune prin care 4 celule sînt asociate într-un ansamblu unitar caracteristic. Celula-mamă a sporangelui se divide în patru pentru a forma o tetradă. G. Erdtman (1969) distinge următoarele dispoziții în tetradă: *în cruce*, cînd cele 4 celule formează o cruce (pl. XXVIII, fig. 4); *tetrahedral*, cînd cele 4 celule sînt asociate 3 în același plan și a 4-a în plan opus, toate celulele avînd forma sferică (pl. XXVIII, fig. 5); *pătratică* sau *tetragonală*, cînd cele 4 celule sînt asociate sub formă de pătrat (pl. XXVIII,

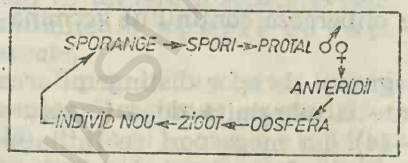


Fig. 49 — Modul de reproducere și etapele parcurse de plantele vasculare izosporee.

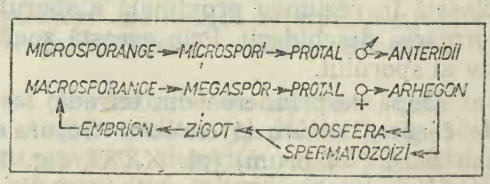


Fig. 50 — Modul de reproducere și etapele parcurse de plantele vasculare heterosporee.

fig. 6); *romboidală* cînd cele 4 celule se asociază sub formă de romb (pl. XXVIII, fig. 7) şi *liniară*, în care cele 4 celule se dispun în linie (pl. XXVIII, fig. 8). Tetrada prezintă unele elemente morfologice. Suprafaţa internă a granulului reprezintă faţa proximală (lat. proximus= aproape), iar suprafaţa externă constituie faţa distală (lat. distalis= extern). Linia care uneşte polul proximal sau intern cu polul distal sau extern formează axa polară a granulului (pl. XXVIII, fig. 5). Ecuatorul reprezintă linia de demarcaţie plasată la distanţă egală sau median între suprafaţa proximală şi distală, iar axa ecuatorială trece prin mijlocul granulului şi se dispune perpendicular pe axa polară.

În funcţie de asemănările sau nu dintre feţe, sporii pot fi izopolari, heteropolari şi paraizopolari, care au zona ecuatorială deplasată mai mult spre una din feţe.

5.2. ORIENTAREA SPORILOR

După modul de asociere al granulelor în tetradă distingem spori cu simetrie radiară şi spori cu simetrie bilaterală. La sporii cu simetrie radiară, în vedere proximală se observă conturul circular şi în centru urma de sutură *triradiată* sau *triletă* (tri+lete=cu trei raze), care la spori corespunde şi cu apertura germinală (pl. XXIX, fig. 3—6). La spori, urma de sutură corespunde cu apertura germinală, fiind plasată intern sau proximal (pl. XXX, fig. 2—3). În vedere proximală axele razelor definesc cîmpurile radiare şi interradiare. În vedere polară conturul sporilor poate fi: circular, triunghiular, elipsoidal cu cîmpurile interradiare drepte, convexe sau concave. Vîrfurile pot fi ascuţite, rotunjite sau truncate (pl. XXXI, fig. 1—12). În vedere ecuatorială sporul prezintă forme subcirculare, circulare cu o singură rază sau cu 2 raze.

Sporii cu simetrie bilaterală prezintă proximal (intern) forme elipsoidale cu urmă simplă, reprezentată printr-o singură rază sau *monoletă* dispusă median (pl. XXIX, fig. 1—2; pl. XXX, fig. 1). Privit ecuatorial sporul are un contur ovoidal sau elipsoidal.

Urma tetradei corespunde liniilor de sutură dintre granule dispuse perpendicular în tetradă. Urma apare numai pe faţa proximală sau internă a sporilor care au simetria radiară, fiind formată din trei raze. La sporii monoleţi, care au o singură rază, în zona proximală apertura este de tip monolet. *Apertura* corespunde unei zone de minimă rezistenţă plasată în regiunea proximală a sporului, angajată direct sau indirect în formarea deschiderii. Prin această zonă se eliberează conţinutul germinativ al sporului.

După desprinderea din tetradă, la un granul de spor distingem: *area de contact, sutura* şi *curbura*. Sutura poate fi mărginită de o *îngroşare* sau *buză* (=labrum) (pl. XXXI, fig. 13—14). La megaspori se întîlnesc o serie de prelungiri sau deformări ale buzei, numite *gula* cînd sînt alungite (*Lepidostrobus* şi *Setosisporites* pl. XXXI, fig. 15, 17) şi *massa* cînd au aspectul unei excrescenţe masive, uşor nodulare (pl. XXXI, fig. 16).

5.3. STRUCTURA SPORODERMEI

Peretele sporului sau *sporoderma* este de regulă stratificat. Sporoderma este formată din 2 straturi: *intexina* (=nexina) sau stratul intern, simplu fără elemente sculpturale, și *exoexina* (=sexina), stratul extern, care de regulă poartă elemente sculpturale (pl. XXXII, fig. 1, 2). Exoexina poate fi de tip masiv, fără elemente sculpturale, dar prezintă uneori stîlpi sau columele, cît și ornamentație. La unii spori actuali de briofite și ferigi, exina este acoperită de o membrană numită *perină*, strat care prin compoziția sa chimică nu se păstrează prin fosilizare.

5.4. PRINCIPALELE TIPURI DE ORNAMENTAȚIE ALE EXINEI

Elementele sculpturale reprezintă baza caracterelor morfologice, specifice, larg utilizate în determinarea speciilor de spori. Unele elemente sînt simple, iar altele prezintă structuri mai complicate, pozitive sau negative. Dintre acestea semnalăm: *puncte; granule* mici, rotunde, punctiforme; granule mici și mari, rotunde; *tuberculi*, proeminențe tubulare de mărimi diferite, măciucate cu partea distală sferică; *bacule* în formă de bastonaș; *spini, conuri* și *capilii*, peri îngroșați distal (pl. XXXII, fig. 3—22).

Elementele simple diferă prin înălțimea, diametrul și distanța dintre ele.

Dintre elementele care afectează suprafața exinei menționăm: *crestele* cu aspect de cute; *rugule* cu aspect vălurit; *foveolate*, mici scobituri cu contur circular, dispuse neregulat pe suprafața exinei; *vermicule*, formațiuni negative cu contur neregulat; *în rețea* cu pereți sau *muri; striuri*, creste paralele între ele, separate prin șanțuri și coaste (pl. XXXIII, fig. 1—9).

5.5. CARACTERE STRUCTURALE

Absența caracterelor structurale caracterizează sporii acavați, în care cele 2 straturi ale exinei sînt strîns unite între ele, avînd exoexina masivă (pl. XXXIII, fig. 10); prezența unei îngroșări de tip *crassitudo* în regiunea ecuatorială poate fi de tip cingulum, un brîu destul de lat ca la *Densosporites* (pl. XXXIII, fig. 11—15); prezența unei cavități ca urmare a separării celor 2 straturi ale exinei determină structuri întîlnite la sporii cavați și cuprind tipuri *velate, camerate* și *sacate.*

Sporii velați, cu voal, au o membrană de tip *zona*, care înconjoară regiunea ecuatorială ca la *Aequitriradites* (pl. XXXIII, fig. 16—18). Sporii camerați sau cu cavități, datorită separării celor 2 straturi ale exinei, sînt lipsiți de infrastructuri columelare (pl. XXXIV, fig. 1). Se disting tipuri *cinguli-camerate*, cu îngroșări inelare dispuse ecuatorial, ca la *Vellatisporites* (pl. XXXIV, fig. 2—3). Sporii pseu-

dosacați pot fi de tip *monopseudosacat* ca la *Endosporites* (pl. XXXIV, fig. 4—8) și *polipseudosacați*, formați din mai multe membrane asemănătoare unor saci aeriferi ca la *Alatisporites* (pl. XXXIV, fig. 9—10).

Sporii sacați sau prepolenul prezintă între cele 2 straturi o separare accentuată, ceea ce determină apariția sacilor de tip aerifer. În acest caz, exina este columelată. Acești spori au urma triradiată, dispusă proximal. În funcție de numărul sacilor distingem: *spori monosacați*, cu un singur sac, ca la *Florinites* (pl. XXXIV, fig. 12—15), și *bisacați*, cu 2 saci, ca la *Illinites* (pl. XXXIV, fig. 17; pl. XXXV, fig. 1—2).

Elemente structurale localizate. Cele mai frecvente structuri din regiunea ecuatorială sînt: *corona*, care prezintă în cîmpurile interradiare o coroană de peri fini ca la *Triangulatisporites, Superbisporites, Radiatisporites* și *Rotatisporites* (pl. XXXV, fig. 3—7); *vacuole* (pl. XXXV, fig. 8—9) și *perforații* în interiorul structurii ecuatoriale, de tip *limbus* sau *zonă inelată* (pl. XXXV, fig. 10—11), care apare prin îngroșarea exoexinei, plasată ecuatorial la unii spori monosacați. Unele elemente morfologice sînt localizate în cîmpurile radiare: îngroșări de tip *valve* ca la *Triquitrites* (pl. XXXV, fig. 12—14), *crassitudo interradiară* (îngroșare) ca la *Reinschospora* (pl. XXXV, fig. 13, 15) și *auricule* ca la *Tripartites* (pl. XXXVI, fig. 8).

Zona distală prezintă o serie de îngroșări membranoase asemănătoare cu *crassitudo* distală, situată în regiunea externă a sporului, ca la *Tholisporites* (pl. XXXVI, fig. 9), *hilum* sau *occelus*, cînd exina fiind subțiată se produce ruptura zonei distale (pl. XXXVI, fig. 4) și *kyrtromul* ca la *Reinschospora* (pl. XXXV, fig. 13, 16) și *auricule* ca la *Tripartites* sau *torusul* ca la *Ahrensisporites* (pl. XXXVI, fig. 2—5).

În *zona proximală* îngroșările sînt de tip *crassitudo* ca la *Emphanisporites* (pl. XXXVI, fig. 6, 11), *kyrtom proximal* și *occelus* sau *apertură proximală* ca la *Vestispora* (pl. XXXVI, fig. 12). Îngroșările concentrice distal-proximale se întîlnesc la genul *Knoxisporites* (pl. XXXVI, fig. 15).

5.6. TIPURI MORFOLOGICE DE SPORI ÎN SCARA SISTEMATICĂ

Sporii sînt produsul plantelor inferioare, în special alge, ciuperci și briofite. O mare parte din sporii paleozoici corespund probabil briofitelor. În schimb, marea majoritate a tipurilor de spori provin și de la plantele vasculare, pteridofite sau criptogame vasculare.

5.6.1. SPORII DE BRIOFITE

Briofitele sînt un grup prolific de plante cu variate tipuri morfologice de spori, atît în paleozoic cît și în mezo-neozoic. De multe ori este foarte greu de deosebit și de identificat tipurile de spori fosili de cei actuali, mai ales acolo unde posibilitatea de comparație lipsește.

Sferocarpalele includ briofite cu tal în formă de rozetă de 1 mm—1 cm în diametru. Sporii de *Naiadita lanceolata* (pl. XXXVI, fig. 13—14) din rhaeto-lias au formă sferică cu diametru de 80—100 microni, urma triletă clară, cu raze scurte, area centrală acoperită de puncte fine. Distal, sporul prezintă tuberculi.

Sfagnalele produc spori de formă piramidală cu 3 fețe laterale plane, de regulă triunghiulari. Genul *Sphagnumsporites* (pl. XXXVI, fig. 10) din jurasic-miocen are formă triunghiular-rotunjită cu diametru de 20—29 microni, urma triletă cu raze lungi, care ating aproape ecuatorul, exina netedă și groasă. Uneori prezintă exina punctată. Genul *Sphagnum* (pl. XXXVII, fig. 1—11) prezintă spori cu diametru de 20—23 microni, sferici sau triunghiulari-rotunjiți, cu urma triletă îngustă ca o fantă sau uneori largă, cu raze scurte sau mijlocii, exina groasă și netedă. Specii de spori ai genului *Sphagnum* se cunosc din jurasic-cretacic și din neozoic (*S. europaeum*, cretacic inferior; *S. pedatiformis*, cretacic superior). Sporii aceștia au fost comparați și asimilați cu forma-genul *Leiotriletes* (pl. XXXVII, fig. 12), spor dispers din infraturma *Laevigati*.

Dintre briofitele problematice menționăm sporii de *Ricciisporites tuberculatus* (pl. XXXVII, fig. 13—16), dispuși în tetradă, cu diametru de 108 microni. Fiecare granul din tetradă măsoară în jur de 50 microni. Distal, sînt acoperiți cu tuberculi mari, uniți în reticulum (rețea) de 4—7 microni lățime. B. Lundblad (1959) reușește să recunoască identitatea dintre *R. tuberculatus* și *Tetradosulcites magna*, descris de Erdtmann din rhaetianul insulei Groenlanda. Prezența sporilor tetraedrici, cu exina cutinizată, asemănători briofitelor, face ca vechimea acestui grup de plante să coboare pînă în silurian. Cu toate acestea, marea majoritate a briofitelor prezintă caractere mezo- și neofitice, diversificarea grupului avînd loc în mezozoic. Sporii de briofite din grupa hepatice, *Anthoceros punctatus* (actual) au exina ornamentată cu procese simple (pl. XXXVII, fig. 17-18).

5.6.2. SPORII DE PSILOFITE

Au fost destul de rar identificați *in situ* adică în conexiune cu planta **Rhinialele** prezintă spori dispuși în tetradă de formă sferică, cu urma triletă proximală, diametrul între 50 și 80 de microni, exina netedă sau ornamentată cu puncte. Acești spori provin de la *Rhynia major* (devonian), (pl. XXXVII, fig. 19). O altă plantă, *Horneophyton lignieri* (devonian) avea spori dispuși în tetradă, sferici, cu diametru de 50 microni, cu urmă triletă proximală, raze lungi, care ating aproape ecuatorul, exină ornamentată distal cu protuberanțe dispuse în serii (pl. XXXVII, fig. 20—21). Sporii de *Horneophyton* au unele afinități cu sporii genului actual *Anthoceros* dintre briofite, cu exina acoperită de coni, bacule sau cu reticulum (pl. XXXVII, fig. 17—18). *Cooksonia crassiparietalis* (pl. XXXVIII, fig. 3) din devonianul inferior producea spori sferici cu diametru de 50—65 microni (uneori 80 microni), cu urmă triradiată incipientă și exină ornamentată prin spini. Sporii de la *Zosterophyllum llanoveranum* (devonian) sînt sferici, cu diametru între 45—65 microni (în medie 55 microni), cu urmă triradiată internă, raze deschise și exina netedă (pl. XXXVII, fig. 22). Sporii pot fi comparați cu sporii dispersi de tip *Retusotriletes*.

Psilofitalele evoluau în devonianul mediu și superior. O serie de plante ca *Enigmophyton superbum* (devonian mediu) conțin atît *megaspori* cu diametru de 270 microni, cu axa polară mai largă decît cea ecuatorială, de formă subcirculară, urma simplă triradiată și exina netedă sau fin granulară, denumiți *Enigmophyton simplex* (pl. XXXVIII, fig. 1—2), cît și *microspori (Phyllothecotriletes microgranulatus)* sferici, cu diametrul de 72 microni și exina fin granulată (pl. XXXVIII, fig. 2).

O serie de forma-genuri din devonian, cum ar fi *Punctatisporites* și *Cyclogranisporites*, s-ar apropia prin caracterele morfologice de sporii genurilor *Rhynia* și *Horneophyton*. Genurile de spori disperși *Ambitisporites* (pl. XXXVIII, fig. 7—11) și *Apiculiretusispora* (pl. XXXVIII, fig. 4) de formă circulară, cu urma triradiată, exina netedă sau acoperită cu spini, pot fi comparați morfo-structural cu sporii *in situ* de *Cooksonia* și *Zosterophyllum*.

5.6.3. SPORII DE LICOFITE

Sînt de talie mică sau mare cu urmă triradiată și monoradiată.

Drepanoficalele cuprind plante care au evoluat în intervalul silurian superior — devonian. Cel mai vechi gen de plantă vasculară terestră este *Barangwanathia*, întîlnit în silurianul superior din Australia.* Această plantă producea spori ovali de 45—55 microni, cu urmă internă problematică mono- sau trileță, exina simplă și netedă. Prin morfologie sporii se aseamănă cu *Trileites* și *Laevigatosporites*, dintre sporii disperși (pl. XXXVIII, fig. 5—6).

Protolepidodendralele evoluau în intervalul devonian mediu-carbonifer. Specia *Eleuterophyllum drepanophyciforme* avea spori circulari, cu diametrul de 50—60 microni, exina netedă sau cutată și urma triletă cu raze foarte scurte. Sporii se pot compara cu *Calamospora* (pl. XXXVIII, fig. 12).

Lepidodendralele cuprind în special genuri din carbonifer. Sporii de *Lycopodites* (carbonifer — cretacic) sînt sferici, au urma triradiată și exina reticulată (pl. XXXVIII, fig. 13). Alții au contur triunghiular și exina granulată, punctată și verrucată, ca la *Lycopodium* (pl. XXXVIII, fig. 14—18). Strobilii de *Lepidostrobus* (carbonifer superior) conțin mega- și microspori. *Microsporii* sînt de tip *Lycospora* (pl. XXXVIII, fig. 19—20), cu diametru de 15—33 microni, de formă triunghiular-rotunjită în vedere polară, triradiați, și raze lungi pînă în apropierea ecuatorului, exina granulată sau reticulată. *Megasporii* sînt asemănători cu *Lagenoisporites rugosus*. Sporii de *tip Lycospora* s-au întîlnit și în strobili de *Lepidostrobus spinosus* (pl. XXXIX, fig. 1—2) din carboniferul superior. Unii autori includ și genul *Zonotriletes* în categoria sporilor elaborați de *Lepidodendracee* (pl. XXXIX, fig. 2). Dintre sporii disperși considerați a fi produși de lepidodendrale se pot cita: *Dictyotriletes* (pl. XXXIX, fig. 7), *Granulatisporites* (pl. XXXVIII, fig. 19—20), *Densosporites*

* Recent, J. Tims și M. Garet (1978) reiau problema vîrstei acestei flore întîlnită în statul Victoria, demonstrînd indubitabil pe baza unei asociații cu graptoliți că flora este de vîrstă silurian superior (ludlovian).

(pl. XXXIX, fig. 6), *Valatisporites* (pl. XXXIX, fig. 4), *Radiizonates* (sin. *Cingulizonates*) (pl. XXXIX, fig. 5) și *Cristatisporites* (pl. XXXIX, fig. 3).

O altă fructificație, *Sigillariostrobus rhombibracteanus* din carboniferul superior, prezenta megaspori de 900—2 100 microni în diametru, denumiți *Tuberculatisporites mamillarius*. Microsporii cu diametrul de pînă la 55 microni au contur circular, urma triradiată și exina fintuberculată, comparabili cu *Punctatisporites*.

Pleuromeia rossica din triasic era o plantă heterosporee ce avea megasporii cu diametru de 500—700 microni, triradiați cu exina netedă, iar microsporii circulari ușor angulari, urma triradiată cu raze moderat dezvoltate, diametru 35—50 microni și exina netedă (pl. XXXIX, fig. 8—17). Pot fi comparați cu genurile *Punctatisporites* și *Laevigatosporites* (în eventualitatea prezenței urmei monolete). Un strobil, *Cylostrobus major* din triasic, avea megaspori de 400×625 microni, asemănători cu *Banksisporites* (pl. XXXIX, fig. 18), iar microsporii de 30×34 microni au contur circular, urmă triradiată (?), structură cavată sau pseudosacată, exină acoperită cu spini, comparabili cu spori dispersi de tip *Aratrisporites* (pl. XXXIX, fig. 19). Unele specii de *Aratrisporites* sînt considerate a fi de tip monolet (*A. fischeri, A. granulatus*).

Polysporia mirabilis este un strobil întîlnit în carbonifer, cu megaspori auriculați și prelungiri ovoidale în regiunile radiale, denumiți *Valvisisporites auritus* (pl. XL, fig. 1), iar microsporii triradiați sînt monosacați, cu diametrul în jur de 100 microni, asemănători cu *Endosporites globiformis* (pl. XL, fig. 2, 3). Acest gen se întîlnește din devonian-permian. Are contur circular sau subtriunghiular, cu corp central globoid, înconjurat de perispor sau sacus. Urma triletă cu buze distincte, raze lungi, corpul neted sau acoperit de granule, diametrul variabil între 50—125 microni. Unele specii ale acestui gen după unii autori ar aparține cordaitalelor (Gimnosperme).

Licofitele *ierboase* au ca reprezentanți fosili genurile: *Selaginellites* (carbonifer-triasic) și *Selaginella* (pl. XL, fig. 4—11), cretacic-neozoic. Aceste genuri sînt plante heterosporee, cu spori tetraedrici de 5—15 microni. Au o mare variabilitate morfologică, cu exina netedă și ornamentată de tip echinat sau spinat (pl. XL, fig. 13—14). *S. hallei* (rhaetian) prezintă spori triunghiulari, cu cingulum și exina verrucată. Genul *Selaginellites* avea sporii comparabili genurilor *Cirratriradites* (pl. XL, fig. 17), spor monosacat cu corp globoid, urma triradiată internă, și *Lundbladispora* (pl. XL, fig. 18), cu corp circular-subtriunghiular înconjurat de un sacus îngust. Și genurile *Retusotriletes* (anumite specii, pl. XL, fig. 19) și *Aneurospora* (pl. XL, fig. 22) ar fi produși de lepidodendracee.

5.6.4. SPORII DE SFENOFITE (ARTROFITE)

Sfenofitele sînt plante ierboase și arborescente, care își încep evoluția din devonian.

Eviostachiaceele din devonianul superior produceau spori de talie mică, sferici-subtriunghiulari, cu urma triletă, diametrul de 35—55 microni, exina punctată, asemănători cu sporii dispersi de tip *Punctatisporites*.

Sfenofilaceele (devonian-carbonifer) au spori cu corpul central sferic, înconjurat de un perispor (membranos), cu diametru de 93—110 microni, cu 6—10 prelungiri aliforme, cutate, urma triletă, exina cu spini. Sporii de acest tip au fost întîlniţi în strobili de *Sphenophyllostachys dawsoni* (=*Bowmanites dawsoni*, pl. XL, fig. 21). Pot fi comparaţi cu sporii dispersi de *Pterorestis* (pl. XL, fig. 20) sau *Reticulatisporites* (pl. XL, fig. 12), spor trilet cu cingulum şi benzi îngroşate, separate de o zonă concentrică. Alţi spori dispersi comparabili sînt *Hystricosporites* (pl. XLI, fig. 14) şi *Ancyrospora* (pl. XL, fig. 21). Fructificaţiile de *Sphenophyllostachys aquensis* (carbonifer superior) conţineau spori trileţi de 70×50 microni, cu raze de 12 microni lungime, exina netedă sau cutată, comparabili cu sporii dispersi de *Calamospora* (pl. XXXVIII, fig. 12), iar cei de *S. bifurcatus* (carbonifer superior) erau monoleţi, comparabili cu *Laevigatosporites* (fig. 51/1). *S. jablokovii* (fig. 51/2—7) elabora spori triradiaţi cu raze

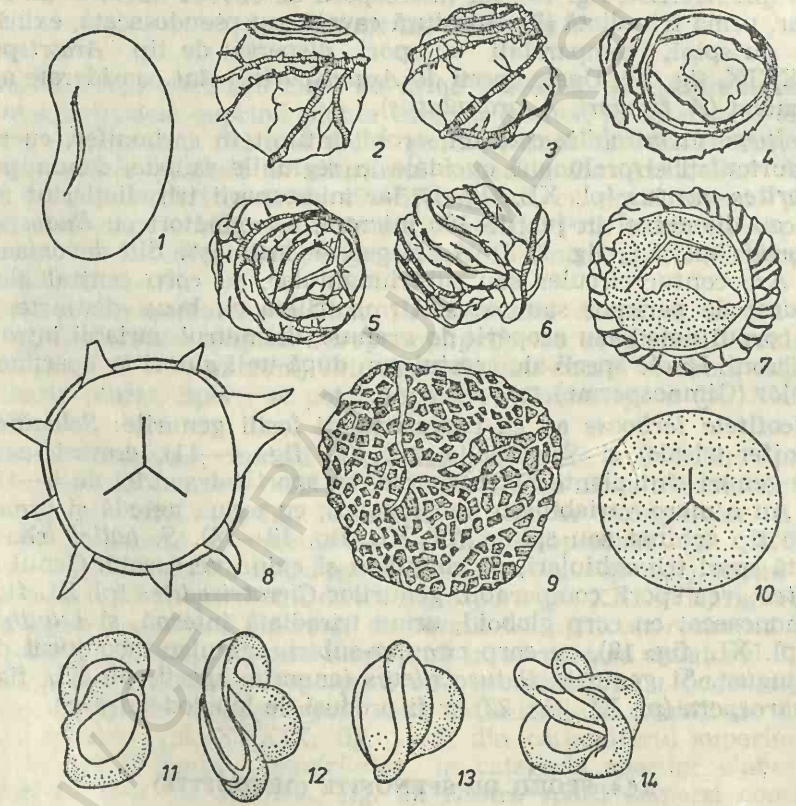


Fig. 51 — Spori *in situ* întîlniţi în fructificaţiile fosile de sfenofite sau artrofite:

1 — *Laevigatosporites*, spori dispersi comparabili cu spori *in situ* de *Sphenophyllostachys bifurcatus* (carbonifer superior); *2—7* — spori *in situ* de *Sph. jablokovii* cu exina prevăzută cu şanţuri şi creste; *8* — *Propisporites rugosus*, spori echinaţi proveniţi din strobili sau conuri de *Sphenophyllostachys trisporangiatus* (carbonifer); *9* — spor de *Litostrobus iowensis* cu exina reticulată; *10* — spori de *Psilasporites* ce provin din strobili de *Equisetites*, triasic-jurasic; *11—14* — *Galeacornea causea* (*11* — vedere distală, *12—14* — vedere laterală); cretacic; Africa şi America de Sud.

lungi, diametru între 20—60 microni, cu perispor costulat și exina netedă. Sporii se aseamănă cu *Rhabdosporites* (pl. XLV, fig. 3). Alt tip de fructificație, *S. trisporangiatus* (carbonifer) conținea spori sferici, triradiați, asemănători cu *Propisporites* (fig. 51/8). Au contur circular-triunghiular, fiind înconjurați de o membrană subțire perisporală, ușor cutată, cu un diametru între 65—85 microni. Fructificațiile de *Litostrobus iowensis* (carbonifer superior) produceau spori sferici, triradiați, cu diametru între 65—100 microni, cu exină reticulată, comparabili cu *Dictyotriletes* (fig. 51/9). Sporii de *Tristachya crockensis* (permian) aveau forma unui bob de fasole, erau monoleți, cu diametru de 105×65 microni și exină levigată, comparabili cu *Laevigatosporites*.

Ecvisetalele, în special *calamitaceele* din paleozoicul superior, au numeroase fructificații (strobili): *Palaeostachya, Calamostachya, Mazostachys, Paracalamostachys* și *Macrostachya*. În acești strobili s-au întîlnit frecvent izospori și rar megaspori și microspori. Aproape în totalitate sporii sînt sferici sau ovali, cu diametrul între 60—150 microni, urma triradiată, exina netedă sau cutată, fiind foarte apropiați de *Calamospora*.

Ecvisetaceele cuprind plante ierboase și arbustive, dezvoltate cu precădere în mezozoic și neozoic. Singurul reprezentant fosil, *Equisetites*, avea strobili ce conțineau spori trileți, sferici și exina *psilată*, comparabili cu *Psilasporites* (fig. 51/10). Pentru această familie sînt caracteristici sporii cu „elatere" (expansiuni membranoase), întîlniți în albian-cenomanian, de tip *Galeacornea* (fig. 51/11—14), *Elaterosporites* (pl. XLI, fig. 1—3), *Elaterocolpites* (pl. XLI, fig. 4—7) și *Sofrepites* (pl. XLI, fig. 8—9).

5.6.5. SPORII DE NOEGGERATIOFITA (NOEGGERATHIOPHYTA)

Reprezintă un grup de plante ce evolua în intervalul carbonifer superior — triasic. Sînt heterosporee și au unele afinități cu ferigile. Genul *Noeggerathia*, cu numeroase specii, prezenta strobili cu spori ce amintesc de sporii de tip *Cyclogranisporites* (pl. XLI, fig. 12). Acești spori aveau formă sferică, diametrul de 91—130 microni, urmă triradiată, raze mediu dezvoltate, exina acoperită de granule fine, papilare. Megasporii au morfologia genului *Calamospora*. *Tingiostachya* este un strobil întîlnit în carbonifer, cu sporii sferici și diametrul între 100—150 microni, trileți și cu exina netedă, asemănători cu sporii de tip *Calamospora*.

5.6.6. SPORII DE FILICOFITE (FERIGI)

Sînt un grup de plante foarte diverse cu origine polifiletică și larg interval stratigrafic (devonian — actual).

Ferigi primitive

Cenopteridalele cuprind plante primitive, heterogene semnalate în paleozoic. Genul *Anachoropteris* (carbonifer) producea spori comparabili cu *Raistrickia* (pl. XLI, fig. 10), sferici, cu diametru între 35 și 55 microni,

urma triradiată şi raze medii, exina ornamentată prin apendici lungi de 10—13 microni, care se împart în două extremităţi obtuze sau prezintă terminal o protuberanţă marcată de inele transversale. *Stauropteris berwickensis* (carbonifer inferior) conţinea spori sferici cu urma triradiată, diametrul între 170—180 microni şi exina netedă. Aceşti spori pot fi comparaţi cu genul de spor dispers *Punctatisporites* (pl. XLI, fig. 11). Un alt gen, *Botryopteris*, producea spori asemănători cu *Punctatisporites*.

Fructificaţiile din familia Zygopteridaceae conţineau spori sferici trileţi, cu diametrul între 58—70 microni, exina ornamentată prin puncte cu diametrul larg, dar strîns dispuse între ele. Aceşti spori pot fi comparaţi cu *Punctatisporites vermiculatus* (pl. XLI, fig. 11). *Tedelea glabra* (carbonifer) producea spori sferici, triradiaţi, cu raze ce depăşeau partea mediană a zonei proximale, cu diametrul între 50—65 microni, exina ornamentată prin spini mari şi lungi de pînă la 3 microni. Sporii sînt asemănători cu *Hystricosporites* (pl. XLI, fig. 14) dintre sporii dispersi.

Cladoxilalele sînt ferigi paleozoice cu structură morfologică complexă, ce au caractere intermediare între sfenofite şi petridosperme.

Calamophyton primaevum (devonian mediu) prezenta spori cu contur subcircular, diametrul între 86—166 microni, urma triletă 1/2 pînă la 1/3 din raza sporului, exina sub 1 micron grosime, cu spini sau conuri, uneori pilae, granule sau elemente biforme (bazal tuberculate, iar la partea terminală conice). Sporii au afinităţi morfologice cu *Dibolisporites echinaceus* şi *D.* cf. *gibberosus* (pl. XLI, fig. 13) dintre sporii dispersi.

Eusporangiate

Ferigile din grupul *Eusporangiate* au sporangii cu pereţii formaţi din mai multe straturi de celule.

Maratialele cuprind 7 genuri actuale şi numeroase genuri fosile din carboniferul superior-oligocen. Sporangii de *Scolecopteris incisifolia* (carbonifer superior) aveau sporii ovoidali, cu diametrul de 14×22 microni, urma monoletă şi exina netedă, fiind comparabili cu *Laevigatosporites* sau *Speciosisporites* (pl. XLI, fig. 15). O altă specie, *S. iowensis*, producea spori sferici, cu diametrul de 65—86 microni şi exina reticulată, comparabili cu *Reticulatisporites*. *Asterotheca merianii* (triasic superior) prezenta sporangi cu spori sferici sau aproape sferici, cu diametrul de 29—50 microni, urma monoletă sau triletă şi exina granulată, comparabili cu *Torispora* (pl. XLI, fig. 16—17). Maratialele din mezozoic produceau spori tetraedrici pînă la sferici, triradiaţi, cu diametrul de 25—30 microni şi exina netedă ca la *Nathorstia alata* (cretacic inferior). După L e v e i n e (1970) următorii spori dispersi: *Punctatosporites granifer*, *Cyclograni-sporites*, *Verrucosisporites* (pl. XLII, fig. 3) şi *Tymospora* sînt produşi de ferigile *Maratiaceae*.

Protoleptosporangiate

Protoleptosporangiatele cuprind plante cu sporangi, ce au caractere atît de Eusporangiate cît şi de Leptosporangiate.

Osmundalele, cu o singură familie Osmundaceae, cuprind 3 genuri actuale şi reprezentanţi fosili încă din permian. *Todites williamsoni* (ju-

rasic) conținea spori sferici, cu diametrul de 55 microni și exina netedă, comparabili cu *Todisporites* (pl. XLII, fig. 4). O altă specie, *T. recurvatus* (rhaetian), avea sporii de 38 microni în diametru și exina ornamentată prin mici tuberculi, asemănători cu unele specii ale genului *Todisporites*.

Osmundopsis sturii (jurasic) avea spori circulari, cu diametrul de 40 microni și exina tuberculată (pl. XLII, fig. 5—7), comparabili cu sporii dispersi de tip: *Osmundacidites* (pl. XLII, fig. 12), *Baculatisporites* (pl. XLII, fig. 13) și *Verrucosisporites* (pl. XLII, fig. 10).

Leptosporangiate

Ferigile din grupul Leptosporangiate sînt cele mai evoluate, la care sporangii sînt formați dintr-un singur strat de celule.

Ordinul Filicales cuprinde 9 familii cu numeroși reprezentanți în flora actuală. Genul *Senftenbergia* din carbonifer (Fam. *Schizeaceae*) producea spori aproape sferici, cu diametrul de 60 microni, urma triradiată și exina acoperită cu spini scurți, ramificați și muri, comparabili cu genurile *Raistrickia, Convolutispora* (pl. XLII, fig. 11, 14—15) și *Camptotriletes* (pl. XLII, fig. 20). Genul *Schizaeopsis* (cretacic inferior) elabora spori mari, sferici, trileți, cu diametrul de 100 microni și exina puternic striată, comparabili cu *Striatitriletes*.

Sporii fosili de la *Lygodium* (cretacic-neozoic) (pl. XLIII, fig. 1,3) sînt triunghiulari, trileți, cu exina netedă și diametrul în jur de 60 microni. Pot fi comparați cu *Deltoidospora* (pl. XLII, fig. 17), *Lygodiumsporites* (pl. XLII, fig. 16) și *Granulatisporites*. *Anemia* (neozoic) conținea spori cu diametrul de 50—60 microni, triradiați și exina acoperită cu benzi paralele (pl. XLIII, fig. 2).

Sînt atribuite schizeaceelor, cu certitudine unui singur gen, *Lygodium*, o serie de specii ale genurilor de spori *Leiotriletes (L. adriennsis*, paleocen-eocen inferior, pl. CXV, fig. 2), *Punctatisporites (P. gelletichi*, eocen) și *Striatisporites (S. dichotoma*, eocen). Tot ca produse ale Schizeaceelor sînt considerate și genurile *Appendicisporites* (pl. XLIII, fig. 5), *Plicatella, Cicatricosisporites* (pl. XLIII, fig. 4), *Camptotriletes* și *Neoraistrickia* (pl. XLIII, fig. 20).

Sporii fosili din fam. *Gleicheniaceae*, studiați de N. A. Bolchovitina (1960), provin din formațiunile mezozoice și neozoice. Au fost descrise genurile: *Plicifera* (jurasic mediu-oligocen) (pl. XLIII, fig. 6—7) cu conturul triunghiular, cîmpul radiar arcuat, urma triletă cu raze lungi, exina netedă cu pliuri arcuate distal; *Gleicheniidites* (pl. XLIII, fig. 8—9), cu 17 specii întîlnite în intervalul jurasic-oligocen, cu contur triunghiular, trileți, ecuatorul triunghiular, diametrul între 20—22 microni, cîmpurile interradiare drepte, unghiurile rotunjite, exina psilată și îngroșată între razele urmei trilete; *Clavifera* (pl. XLIII, fig. 10—11) (cretacic — paleocen), spor cu contur triunghiular, cîmpurile interradiare ușor concave, la unghiuri, prezintă prelungiri sub formă de valvae, exina cutată distal și cu îngroșări ecuatoriale, dentate; *Ornamentifera* (pl. XLIII, fig. 12—13) (cretacic), spor triunghiular, rar circular, trilet, cu exina sculptată, toruloasă și îngroșată ecuatorial. Alte genuri de spori dispersi, produși de reprezentanții acestei familii, sînt: *Cancavisporites* (pl. XLIII,

fig. 16), *Deltoidospora* (pl. XLII, fig. 17) şi *Concavissimisporites* (pl. XLIII, fig. 19).

Gleicheniaceele se cunosc din carbonifer, dar au maximum de dezvoltare în mezofitic şi chiar neofitic. Trăiesc astăzi în regiuni tropicale şi temperat calde.

Ciathaceele (Fam. Cyathaceae) reprezintă un grup tipic mesofitic. Sporii disperşi, atribuiţi acestei familii, aparţin ganului *Cyathidites* (pl. XLIII, fig. 15). Sporii genului *Cyathea* se cunosc din oligocen. Au formă triunghiulară, cîmpurile interradiare concave, urma triletă şi raze lungi, care ating aproape ecuatorul.

Dicksoniaceele (Fam. Dicksoniaceae) cuprind genuri predominant mezozoice. Sporii au contur triunghiular, diametrul între 24—56 microni şi exina netedă, ca la *Dicksonia mariopteris*. Alte specii au sporii reticulaţi (pl. XLIII, fig. 18). Specii produse de *Coniopteris simplex* (jurasic) au contur triunghiular, diametru în jur de 53 microni şi exină netedă (pl. XLIII, fig. 17). Sporii pot fi comparaţi cu *Cyathidites* dintre sporii disperşi.

Matoniaceele (Fam. Matoniaceae) se întîlnesc frecvent în mezo- şi neozoic. Sporii sînt triunghiulari, trileţi, cu diametrul între 52—68 microni, cîmpurile interradiare convexe, exina netedă sau scabrată şi cu îngroşări în regiunile radiare. Sporii aparţin genului *Matonisporites* (pl. XLIV, fig. 2—3). Acest tip de spor ar fi produs de genurile fosile de ferigi *Matonia* (pl. XLIV, fig. 7) şi *Phlebopteris* (pl. XLIV, fig. 4—6).

Ferigile din grupul *Davalliaceae* sînt puţin cunoscute în formaţiunile geologice. Din pliocen s-a descris *Davallia solidites* (pl. XLIV, fig. 8), spor reniform, monosulcat şi cu exina ornamentată prin bacule largi.

Himenofilaceele (Fam. Hymenophyllaceae) au reprezentanţi începînd din jurasic. Sporangii produceau spori de tip *Hymenophyllumsporites* (pl. XLIV, fig. 9). Sporii sînt sferici sau circular-triunghiulari, cu diametrul de 81 microni şi exina netedă sau fin punctată.

Dipteridaceele (Fam. Dipteridaceae) sînt reprezentate astăzi printr-un gen, *Dipteris*, cu cîteva specii, dar cu numeroase genuri fosile, mezozoice. Sporii au contur tetraedric, urma triradiată, cîmpurile interradiare cu îngroşări simple, dar masive, exina netedă, ca la *Clathropteris obovata* (pl. XLIV, fig. 11); spori triunghiulari cu exina acoperită de spini, ca la *Dictyophyllum* (pl. XLIV, fig. 10, 16) sau cu exina netedă, ca la *Hausmannia* (pl. XLIV, fig. 12). Sporii *in situ* pot fi comparaţi cu *Dictyophyllidites* (pl. XLIV, fig. 19) din cadrul sporilor disperşi.

Polipodiaceele (Fam. Polypodiaceae) au cîţiva reprezentanţi fosili, ce apar încă din jurasic, dar devin predominanţi în neozoic, grup dealtfel neofitic. Genurile *Asplenium, Adiantites, Onoclea, Polypodium, Dryopteris* şi *Pteridium* produceau spori ce pot fi incluşi la genurile de spori disperşi: *Polypodiaceoisporites* (pl. XLIV, fig. 17, eocen—miocen), *Laevigatosporites* (pl. XLIV, fig. 18), *Polypodiidites* (fig. 52) (eocen—miocen) şi *Verrucatosporites* (fig. 52) (paleocen-pliocen). Sporii de *Woodwardia* au urma monoletă, înconjurată de o depresiune naviculară, fiind asemănători cu sporii disperşi de *Baculatisporites* (fig. 53). Sporii de *Polypodium vulgare* au urma monoletă de tip colpoid naviculară (fig. 54).

Marsileaceele (Fam. Marsileaceae) sînt ferigi heterosporee, acvatice, cu genuri ce se întîlnesc încă din cretacic. Genul actual *Marsilea* are 70 de specii răspîndite în regiuni tropicale şi temperat calde. Sporii de *Mar-*

Fig. 52 — *Polypodiidites* (după unii autori sinonim cu *Verrucatosporites*), spori cu diametrul de 40 microni și depresiune naviculară situată proximal, miocen.

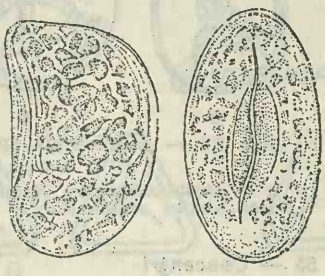


Fig. 53 — *Woodwardia muensteriana;* spor de Polypodiaceae cu diametrul de 30—50 microni (regiunea navicular-depresionară situată proximal și apertura monoletă asemănătoare unui colpus; terțiar) (după R. Potonié, 1973).

Fig. 54 — *Polypodium vulgare*, spor cu depresiune navicular-colpoidală; actual (după R. Potonié, 1973).

silea (pl. XLIV, fig. 14) sînt sferici, au urma triradiată, cu raze lungi care ating cingulum, au 40—70 microni în diametru și exina netedă sau ornamentată cu bacule. Sporii sînt comparabili cu *Densoisporites* (pl. XLIV, fig. 15) și *Lundbladispora* (pl. XLV, fig. 1), spor cingulat cu exina netedă. Genul *Archaeoperisaccus* (pl. XLV, fig. 2) este un spor monolet, ovoidal cu perispor (epispor) bine dezvoltat, produs probabil de Marsileaceae.

5.6.7. SPORII DE PROGIMNOSPERMOPSIDE

Clasă nouă, introdusă de Beck în anul 1960, cuprinde plante cu port de ferigi în special fronde *(Archaeopteris)* și tulpini cu structuri de gimnosperme *(Callixylon).*

Aneurofitaceele (Fam. Aneurophytaceae) sînt plante arborescente, care au evoluat în devonian. Sporangii de *Tetraxylopteris schmidti* produceau spori care amintesc de *Rhabdosporites langii* (pl. XLV, fig. 3). Sporii sînt sferici, trileți și pseudosacați, cu diametrul de 75—176 microni și exina ornamentată prin granule fine pe pseudosac.

*

* *

Menționăm o serie de spori dispersi, genuri și specii noi, descrise din formațiunile geologice din România, cum sînt: *Concentricisporites plurianulatus* Antonescu, 1969 (fig. 55) — spor trilet zonat sferic sau oval-sferic, cu exina care prezintă îngroșări sub formă de benzi circulare dispuse paralel cu ecuatorul; triasic mediu; Cristian (Brașov); *Hedlundisporites simplex* Antonescu, 1978 (fig. 56, *a*), spor trilet cu contur

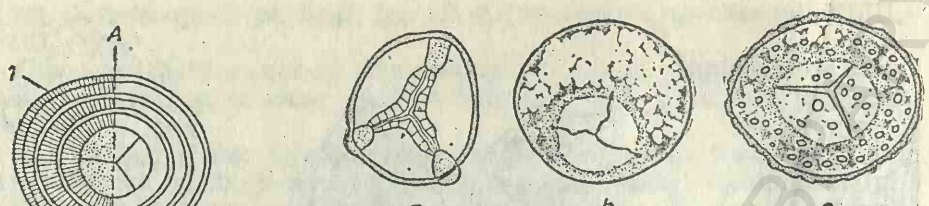


Fig. 56 — Morfologia sporilor (după Em. Antonescu, 1978):
a — Hedlundisporites simplex Antonescu, *b — Alutisporites nitidus* Antonescu; *c — A. verrucosus* Antonescu.

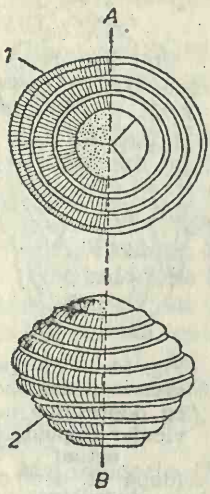


Fig. 55 — *Concentricisporites*, spor (după Em. Antonescu, 1969):
A — vedere polară; *B* — vedere ecuatorială; *1* — ornamentația benzilor îngroșate; *2* — zonele cu exina subțiată.

triunghiular, circular, prevăzut cu apendici, urma triletă simplă, care ocupă 3/4 din raza sporului continuîndu-se pînă în regiunea ecuatorului și exina netedă în regiunea apendicilor; cretacic; Munții Metaliferi; *Alutisporites verrucosus* Antonescu, 1978 (fig. 56, *b*, *c*), spor trilet, azonat, de formă circulară cu hilum (orificiu) proximal și exina bistratificată, ornamentată prin verruce, convolută sau uneori netedă; triasic mediu; Carpații Orientali.

6. STRUCTURA ȘI MORFOLOGIA POLENULUI

Deoarece morfologia granulelor de polen produse de gimnosperme și angiosperme se deosebește destul de mult una de alta se vor prezenta separat caracterele structurale întîlnite la cele două tipuri de polen.

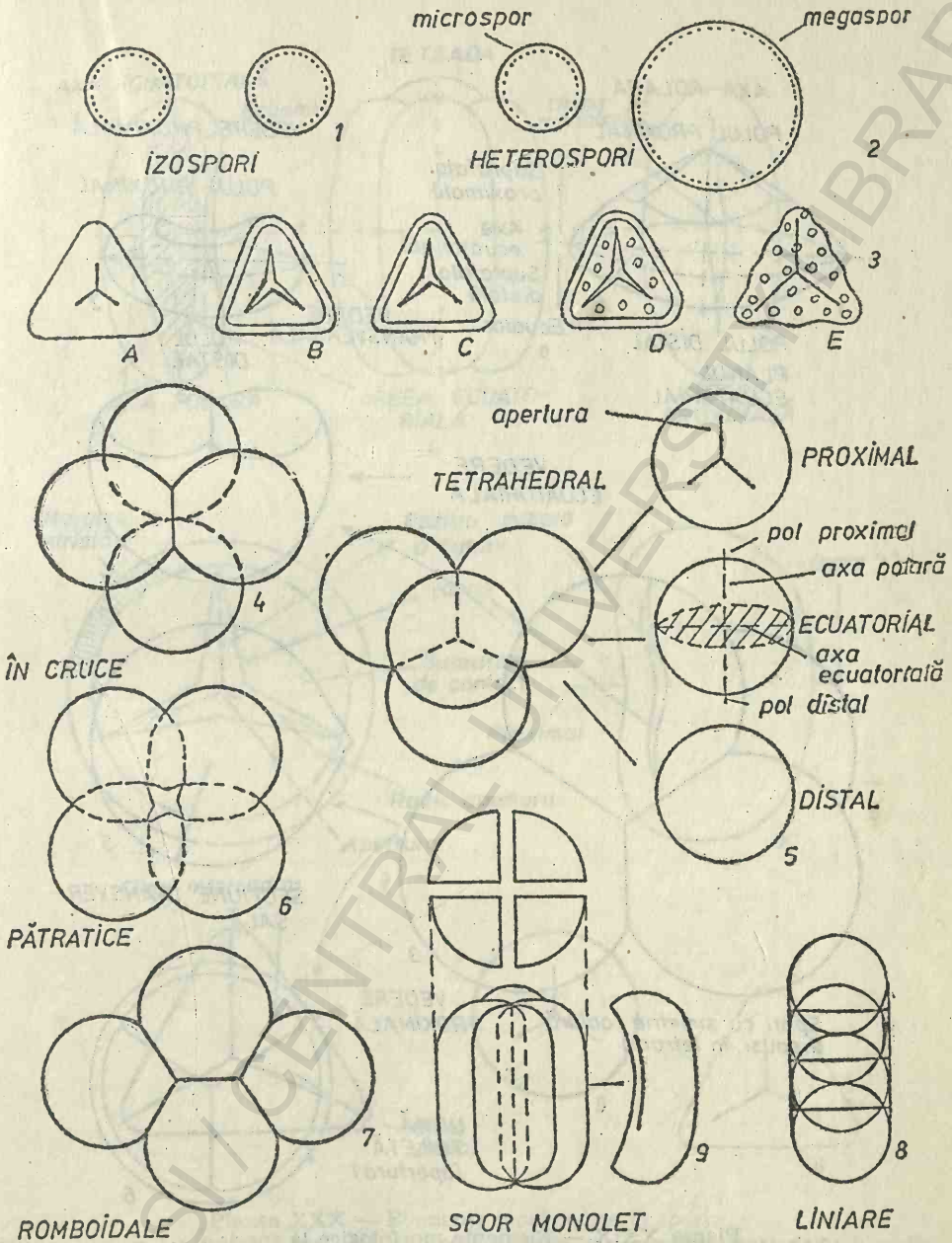
6.1. POLENUL DE GIMNOSPERME

6.1.1. FORMA, CONTURUL, DIMENSIUNILE ȘI ALCĂTUIREA POLENULUI DE GIMNOSPERME

Granulele de polen actual și fosil, ce aparțin diferitelor grupe de gimnosperme, se prezintă sub forma unor corpuri sferice — elipsoidale, avînd contururi ce se modifică de la sferic pînă la oval-alungit. Forme și contururi mai complexe se observă la polenul prevăzut cu saci aeriferi.

Potrivit formei și conturului, granulele de polen de gimnosperme se împart în:

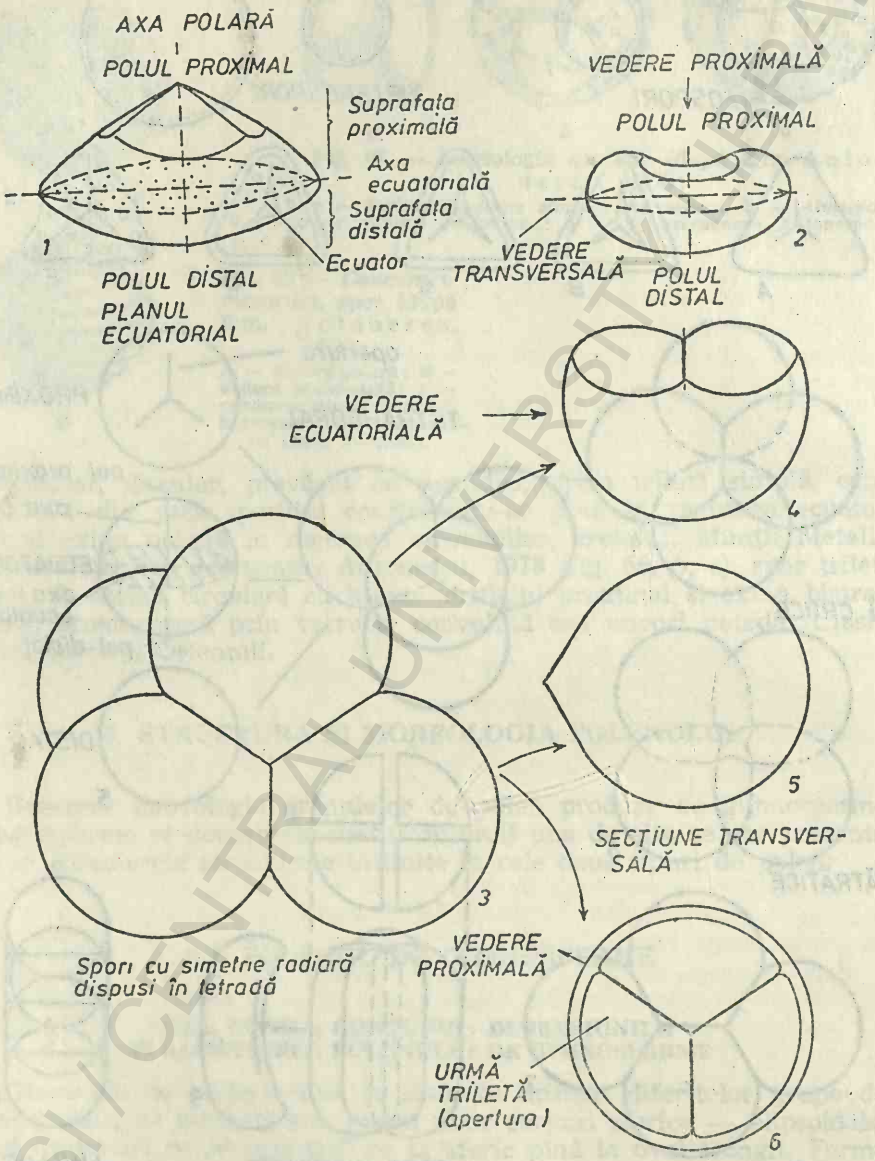
— *sferice*, cu contur rotunjit, fără saci aeriferi. Aici includem polenul produs de: *Taxaceae, Cupresaceae, Taxodiaceae, Cephalotaxaceae,*



Planșa XXVIII — Elemente morfologice la spori:

1 — izospori; *2* — heterospori (microspori și megaspori); *3 A—E* — variabilitatea sculpturală în funcție de gradul de maturație la sporii de *Dennstaedtia rubinosa*; *4* — tetradă în cruce; *5* — tetradă tetrahedrală; *6* — tetradă patratică sau tetragonală; *7* — tetradă romboidală; *8* — tetradă liniară; *9* — aspectul unui granul de spori monolet dispus în tetradă.

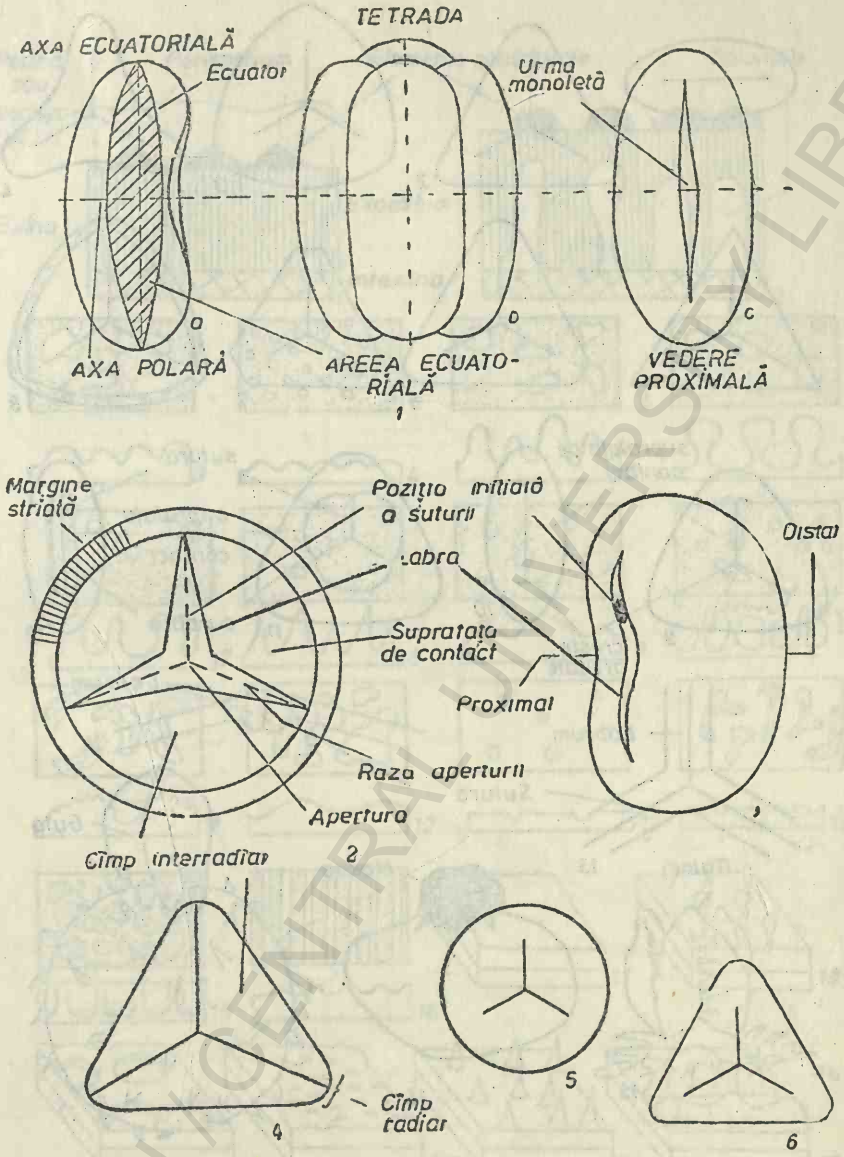
BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa XXIX — Elemente morfologice la spori:

1 — elemente morfologice la sporii trileţi în vedere ecuatorială; *2* — elemente morfologice la sporii monoleţi în vedere ecuatorială; *3—6* —spori cu simetrie radiară dispuşi în tetradă (*3* — tetrada; *4* — vedere ecuatorială; *5* — secţiune transversală; *6* — vedere proximală).

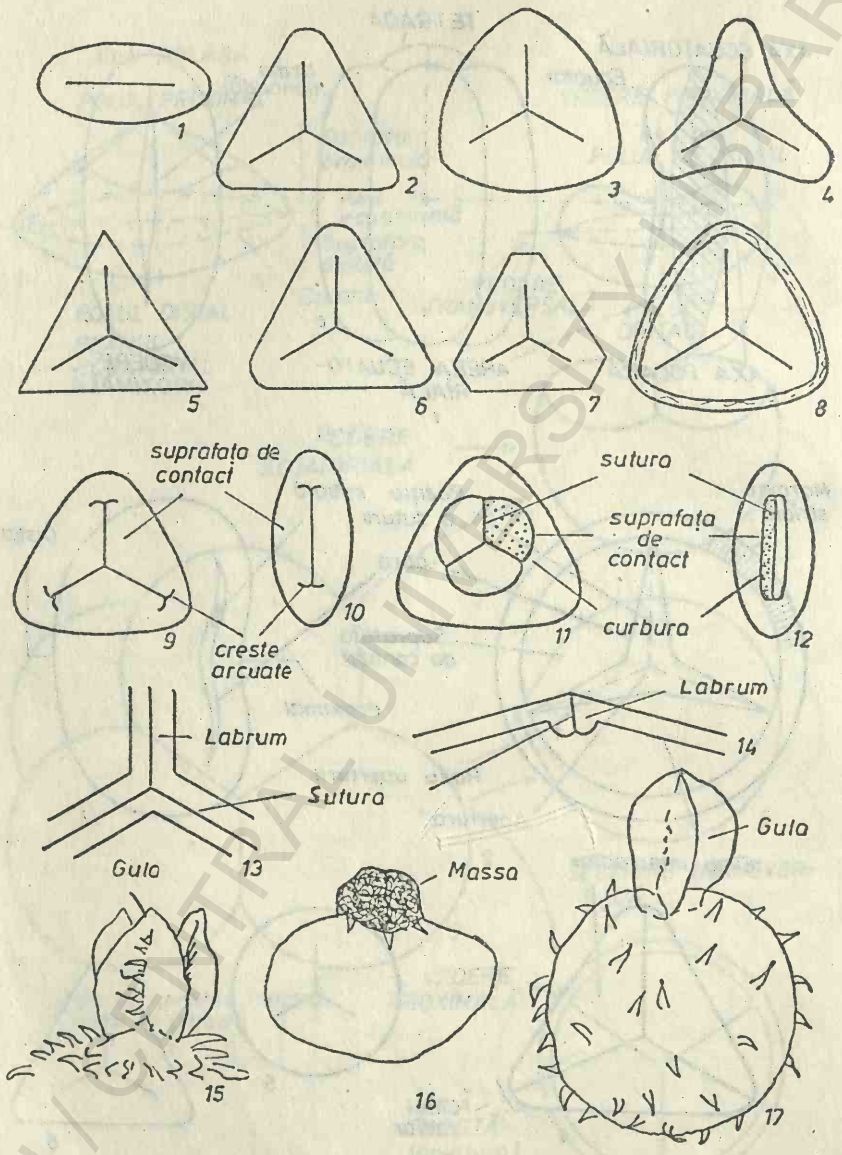
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa XXX — Elemente morfologice la spori:

1 a—c — spori cu simetrie bilaterală dispuşi în tetradă (*a* — vedere ecuatorială; *b* — în tetradă; *c* — vedere proximală sau internă, se distinge şi urma monoletă ce corespunde cu apertura); *2* — elemente morfologice la un spor cu simetrie radiară; *3* — elemente morfologice la un spor cu simetrie bilaterală; *4* — zonele sporului definite după axele urmei trilete în vedere proximală; *5—6* — conturul sporilor în vedere proximală (se observă urma triletă).

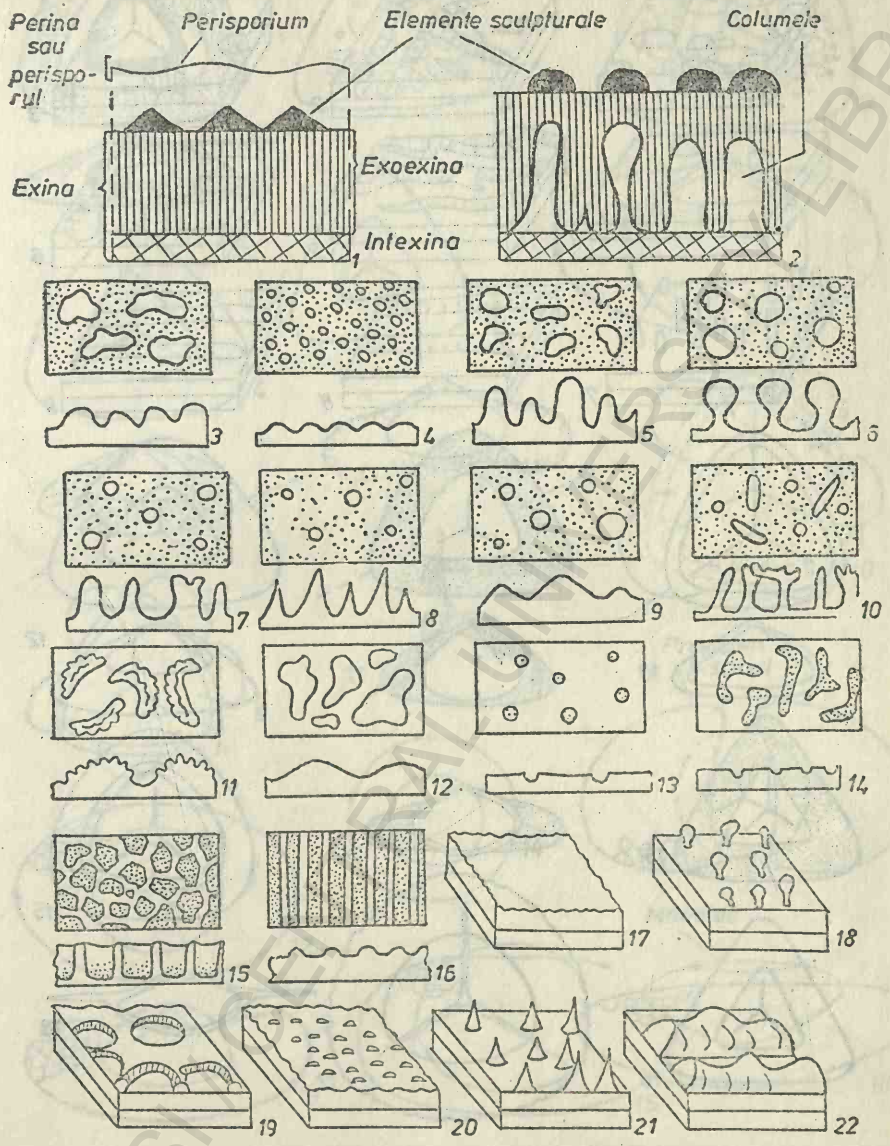
BCU SIBIU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXXI — Elemente morfologice la spori:

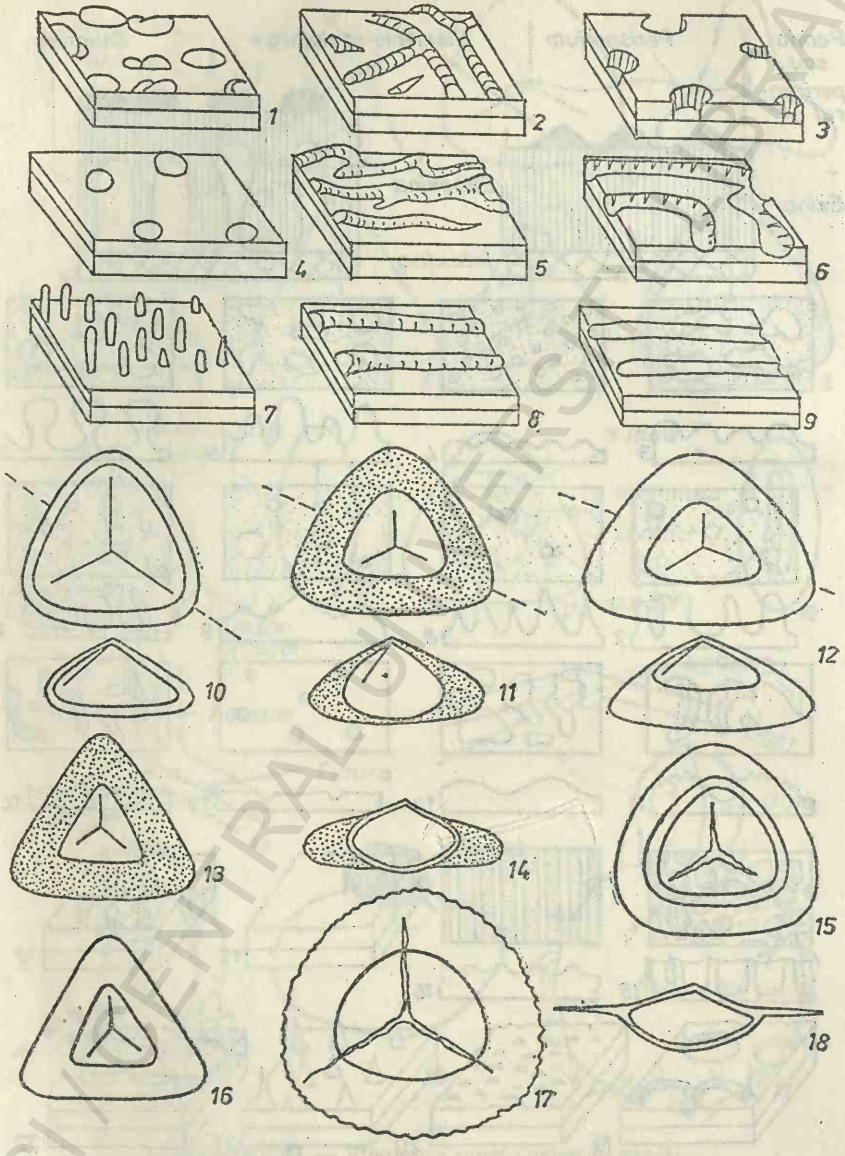
1 — conturul sporilor cu simetrie bilaterală în vedere polară; *2—4* — forma părților laterale ale sporilor în vedere polară; *5—7* — forma vîrfurilor la spori în vedere polară; *8* — spori de formă deltoidală (*Deltoidospora*); *9—12* — principalele elemente morfologice la sporii trileți ca urmare a dispoziției în tetradă; *13, 14* — suturile urmei trilete în vedere polară (*13*) și în vedere ecuatorială (*14*); *15* — tip de excrescențe (gula) întîlnit la genul *Lepidostrobus*, megaspor din carbonifer; *16—17* — tipuri de excrescențe morfologice, sau îngroșări (*massa* și *gula*) ale labrumului la nivelul urmei trilete.

BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXXII — Elemente morfologice la spori și polen:

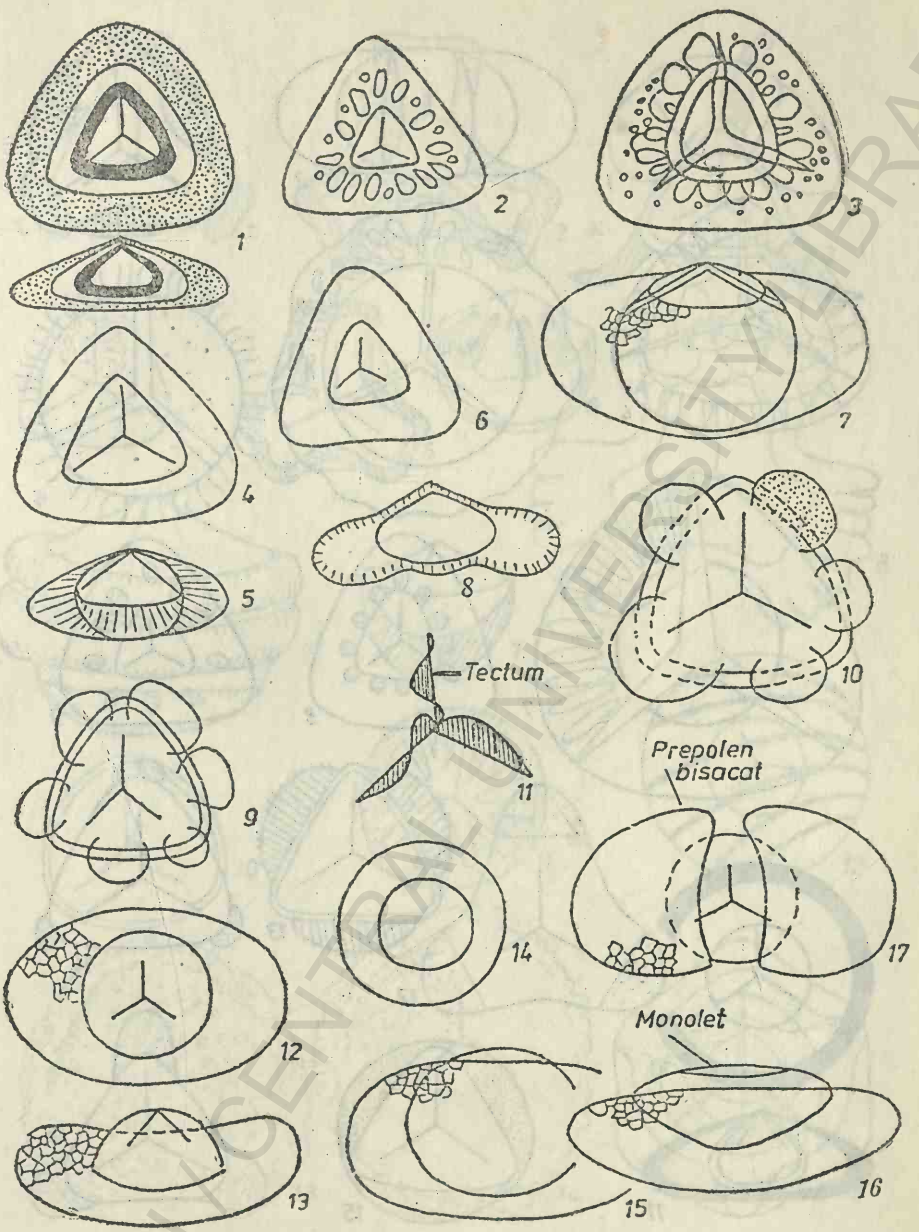
1—2 — structura schematică a exinei sporilor în secțiune transversală; *3—12* — elemente sculpturale pozitive (în relief), sus, vedere în plan și vedere în secțiune, jos; *13—16* — elemente sculpturale negative ce afectează suprafața exoexinei (sus, vedere în plan și jos, vedere în secțiune); *17—22* — elemente sculpturale simple sau combinate pe suprafața exinei.



Planșa XXXIII — Elemente morfologice la spori:

1—9 — elemente sculpturale simple sau complexe la suprafața exinei; *10—12* — principalele elemente structurale la spori (*10* — spori acavați; *11* — spori cu cingulum (brîu); *12* — spori cavați); *13—15* — spori cu cingulum (genul *Densosporites: 13* — vedere proximală; *14* — secțiune axială; *15* — *Densosporites* în vedere proximală); *16—13* — spori zonați sau prevăzuți cu velum ca la *Aequitriradites* (*16—17* — vedere proximală; *18* — secțiune axială).

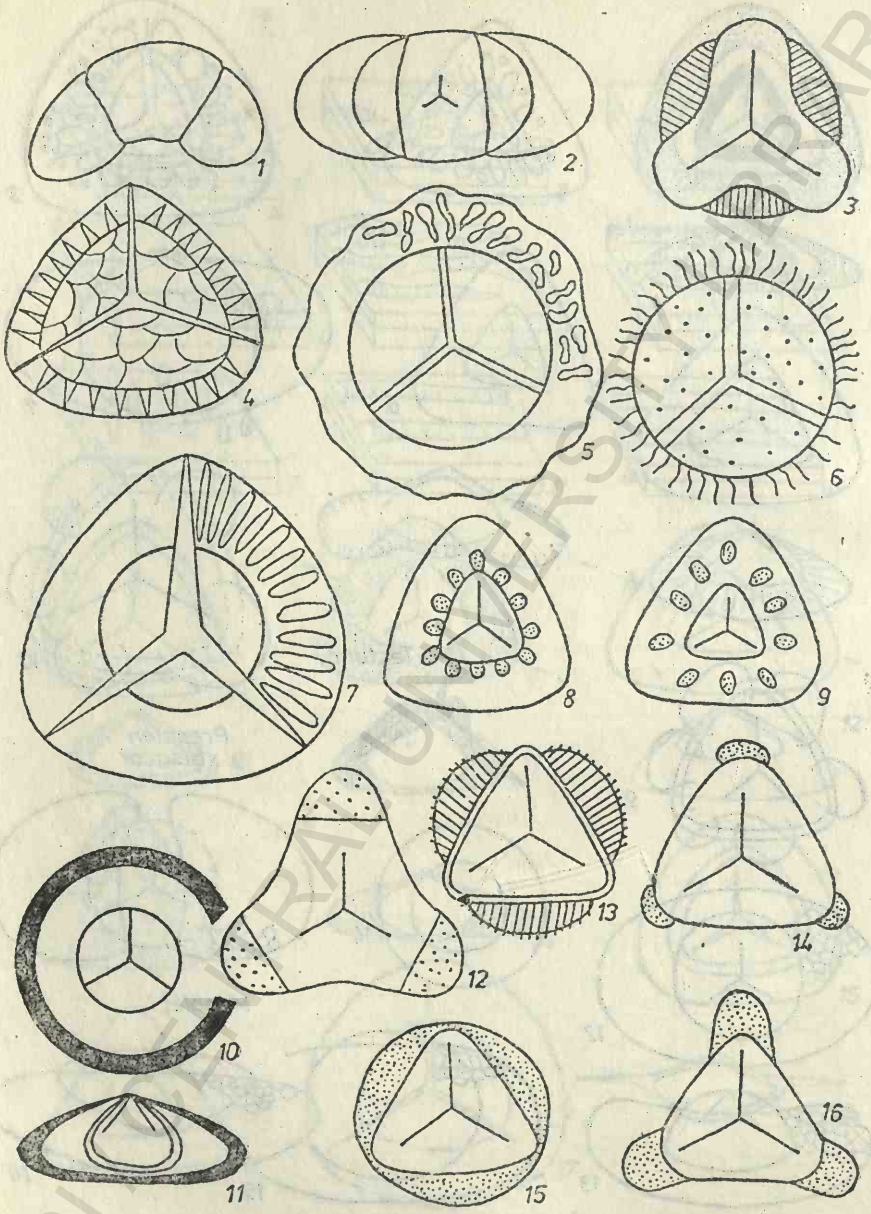
BCU SIBIU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa XXXIV — Elemente morfologice la spori:

1 — spori cinguli-cameraţi; *2, 3* — spori cu goluri sau cavităţi în zona ca la genul *Vallatisporites; 4, 5* — spori monopseudosacaţi; *6—8* — spori monosacaţi cu urma triletă proximală ca la genul *Endosporites* (*6* — vedere proximală; *7* — vedere ecuatorială; *8* — secţiune axială); *9—10* — spori polipseudosacaţi sau multisacaţi ca la genul *Alatisporites; 11* — tectum îngroşat în regiunea proximală; *12—15* — spori monosacaţi de tip *Florinites* (*12* — vedere proximală; *14* — vedere în secţiune axială; *13, 15* — vedere ecuatorială); *16* — spori monosacaţi cu urmă monoletă ca la genul *Potonieisporites*; *17* — spori bisacaţi sau disacaţi ca la genul *Illinites* (prepolen).

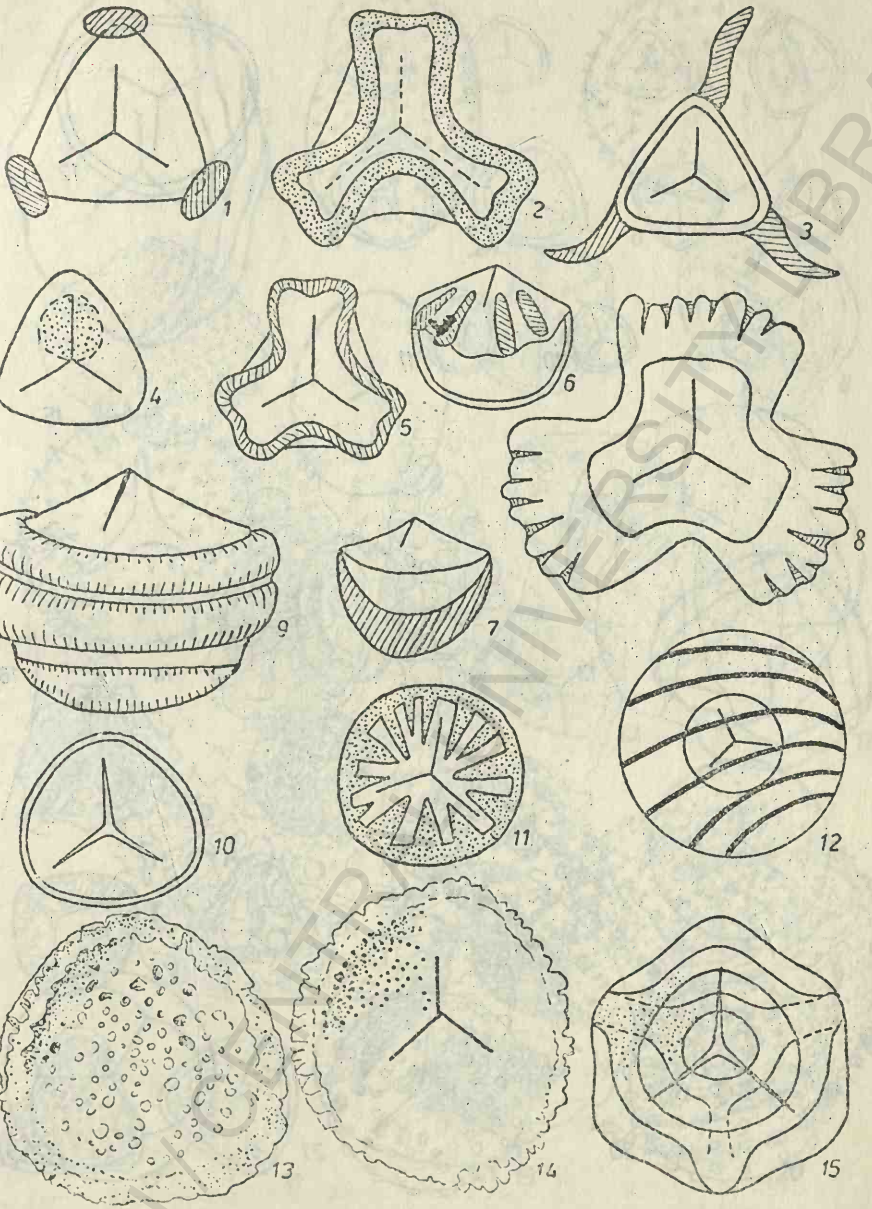
BCU CLUJ SERVICIUL CENTRAL UNIVERSITAR LIBRARY



Planșa XXXV — Elemente morfologice la spori:

1, 2 — spori bisacați de tip *Illinites* (*1* — vedere ecuatorială; *2* — vedere proximală); *3—5* — elemente morfologice structurale localizate în regiunea ecuatorială (*3—7* — de tip corona: *4* — *Triangulatisporites; 5* — *Superbisporites; 6* — *Radiatisporites; 7* — *Rotatisporites*); *8, 9* — de tip vacuole; *10—11* — spori cu cavități și limbus; *12—14* — spori cu îngroșări de tip valvae (*Triquitrites*); *13, 15* — îngroșare interradiară la genul *Reinschospora; 16* — spori cu îngroșări (crassitudo) radiare.

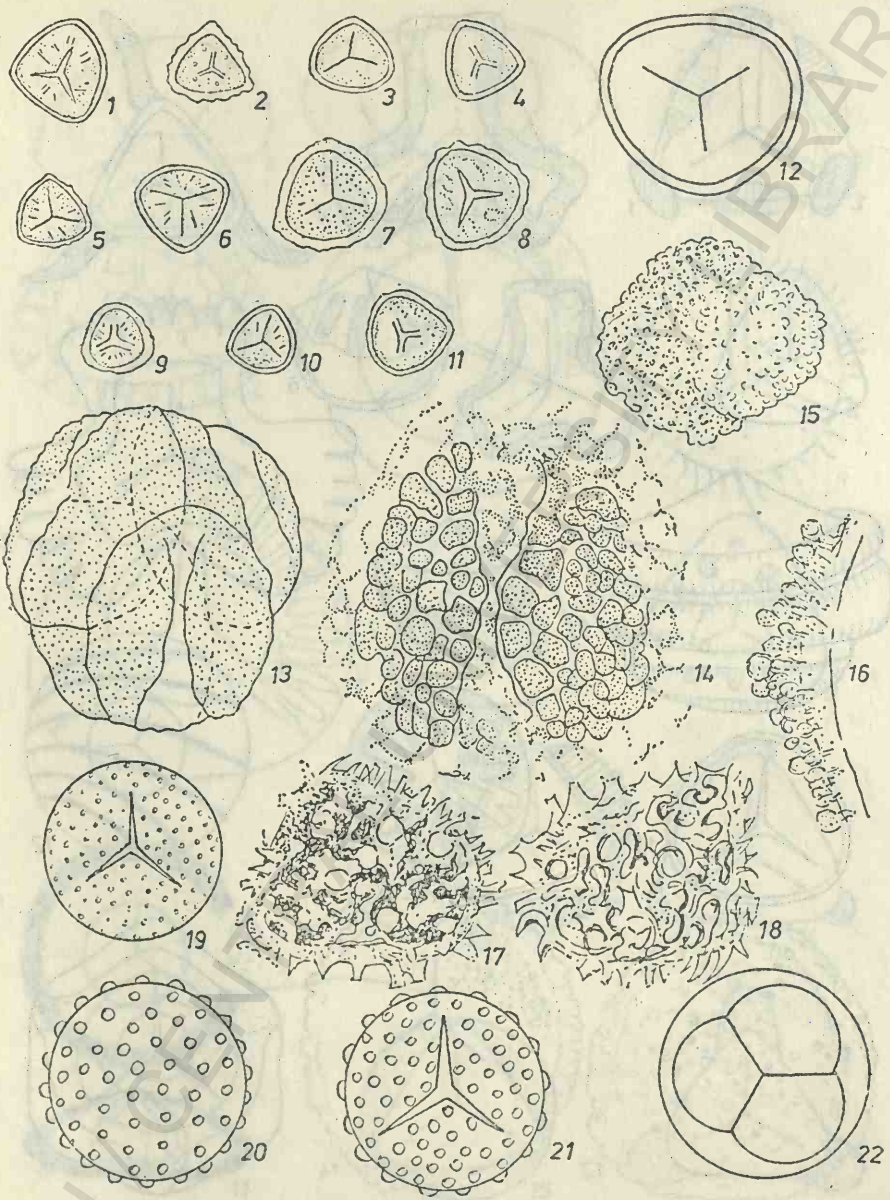
BCU SIBIU CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY



Planșa XXXVI — Elemente morfologice la spori:

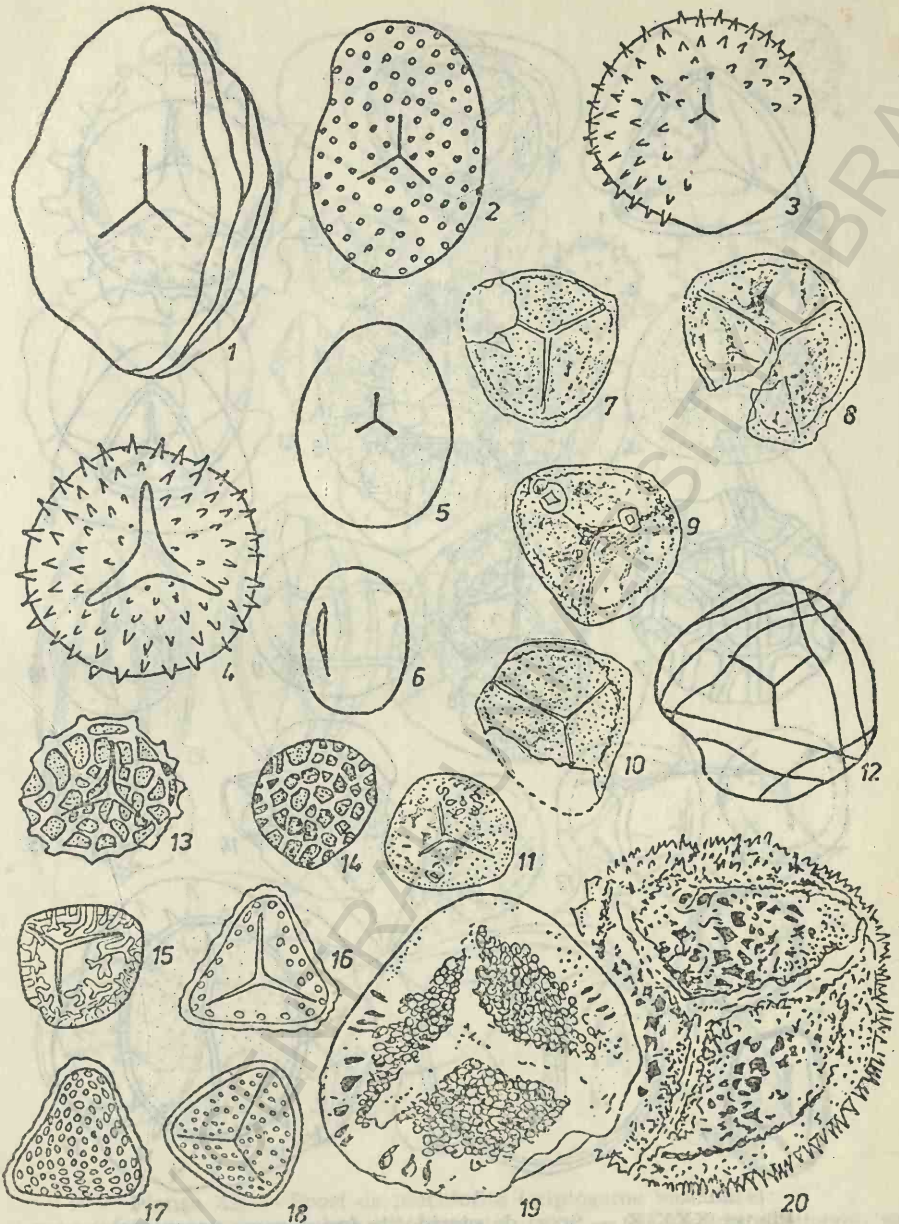
1 — îngroșări de tip auriculae; *2, 5* — îngroșare distală de tip kyrtom la genul *Ahrensisporites; 3* — spori cu prelungiri radiare sub formă de apendici ca la genul *Appendicisporites; 4* — spori cu hilum în regiunea proximală; *6, 11* — spori cu îngroșare (crassitudo) radiară proximală ca la genul *Emphanisporites; 7* — spori cu îngroșare (corassitudo) distală; *8* — spori cu îngroșări de tip auriculat ca la genul *Tripartites; 9* — spori cu îngroșări ecuatoriale și distale ca la genul *Tholisporites; 10* — spori de briofite ca la genul *Sphagnumsporites*, jurasic — miocen; *12* — *Vestispora*, spor cu opercul și îngroșări spirale; *13, 14* — spori de briofite *in situ de Naiadita lanccolata*, rhaetian; *15* — spori cu îngroșări proximale și distale ca la genul *Knoxisporites.*

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



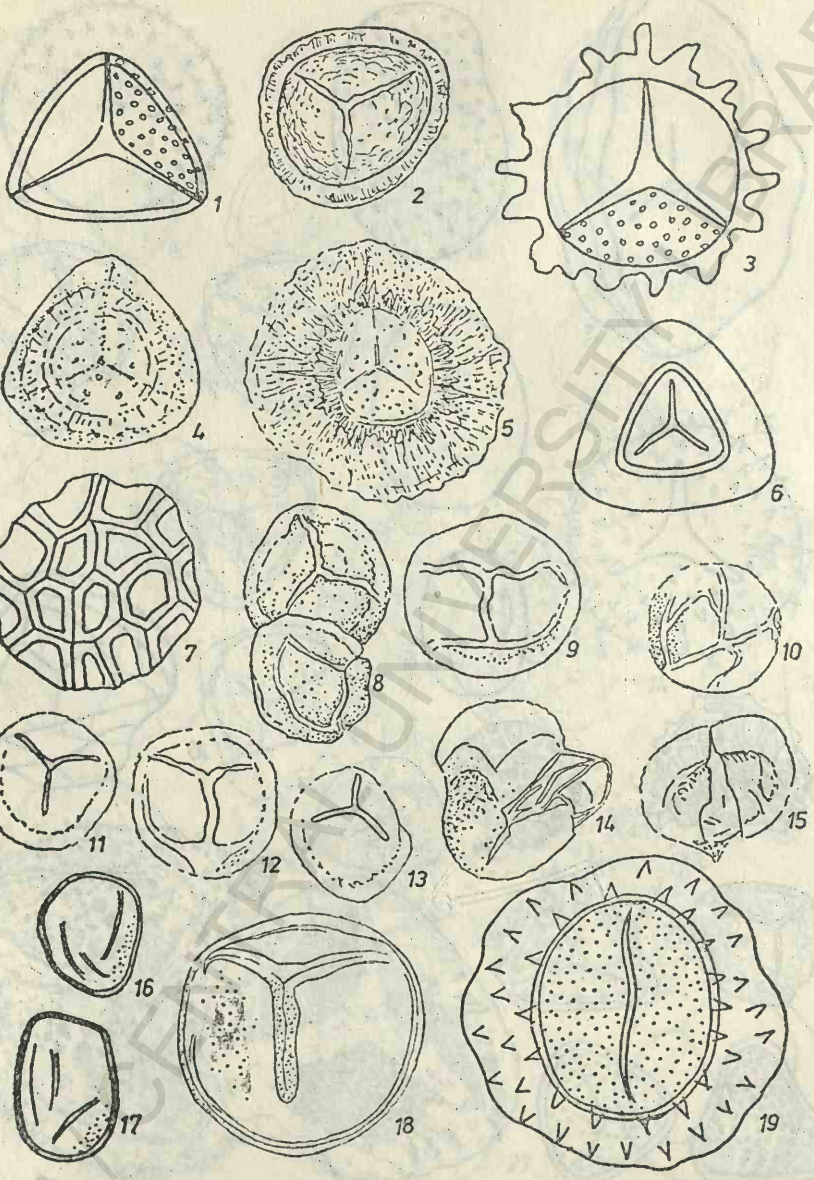
Planșa XXXVII — Spori de briofite și pteridofite (criptogame vasculare):

1—11 — spori de briofite, genul *Sphagnum* (*1* — jurasic; *2, 3* — cretacic (apțian); *4, 5* — paleogen; *6* — miocen; *7—11* — actual); *12* — *Leiotriletes*, spor ce aparține probabil briofitelor; *13—16* — spori de briofite problematice *Riccilsporites tuberculatus*, rhaetian- jurasic; *17—18* — spori de *Anthoceros punctatus* (Hepatice), actual; *19* — spori *in situ* de *Rhynia*, comparabili cu sporii dispersi de *Punctatisporites*; *20, 21* — spori de *Horneophyton*, comparabili cu sporii dispersi de tip *Granulatisporites*; *22* — spori de *Zosterophyllum*, comparabili cu sporii dispersi de tip *Retusotriletes*.



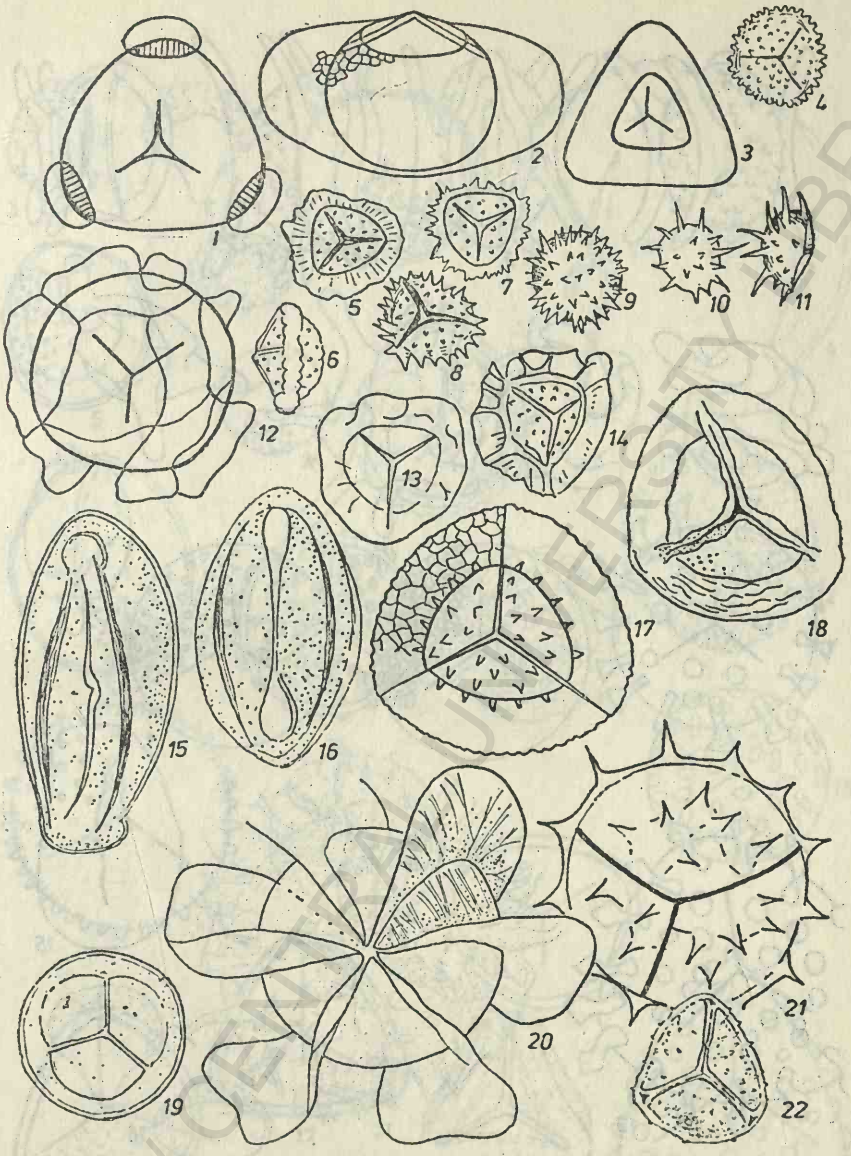
Planșa XXXVIII — Spori de pteridofite (criptogame vasculare):

1, 2 — spori de *Enigmophyton superbum* (*1* — megaspor de tip *E. simplex* și *2* — microspor de tip *Phyllothecotriletes microgranulatus*); *3* — spori de *Cooksonia*; *4* — spori dispersi de tip *Apiculiretusispora*; *5, 6* — spori *in situ* de *Baragwanathia*, comparabili cu *Triletes* pentru megaspori și *Laevigatosporites* pentru microspori; *7—11* — spori dispersi de tip *Ambitisporites* (*7, 9* — *A. avitus*; *8, 10, 11* — *A. dilutus*) din silurianul superior; *12* — spori de *Eleutherophyllum*, comparabili cu spori dispersi de tip *Calamospora*; *13* — spori de *Lycopodites subrotundum*, jurasic; *14, 15* — spori de *Lycopodium contiguum*, actual; *16, 17* — spori de *L. selago*, actual; *18* — spori de *L. lindeni*, actual; *19, 20* — spori *in situ* de *Lepidostrobus*, comparabili cu sporii dispersi de tip *Granulatisporites* sau de tip *Lycospora*.



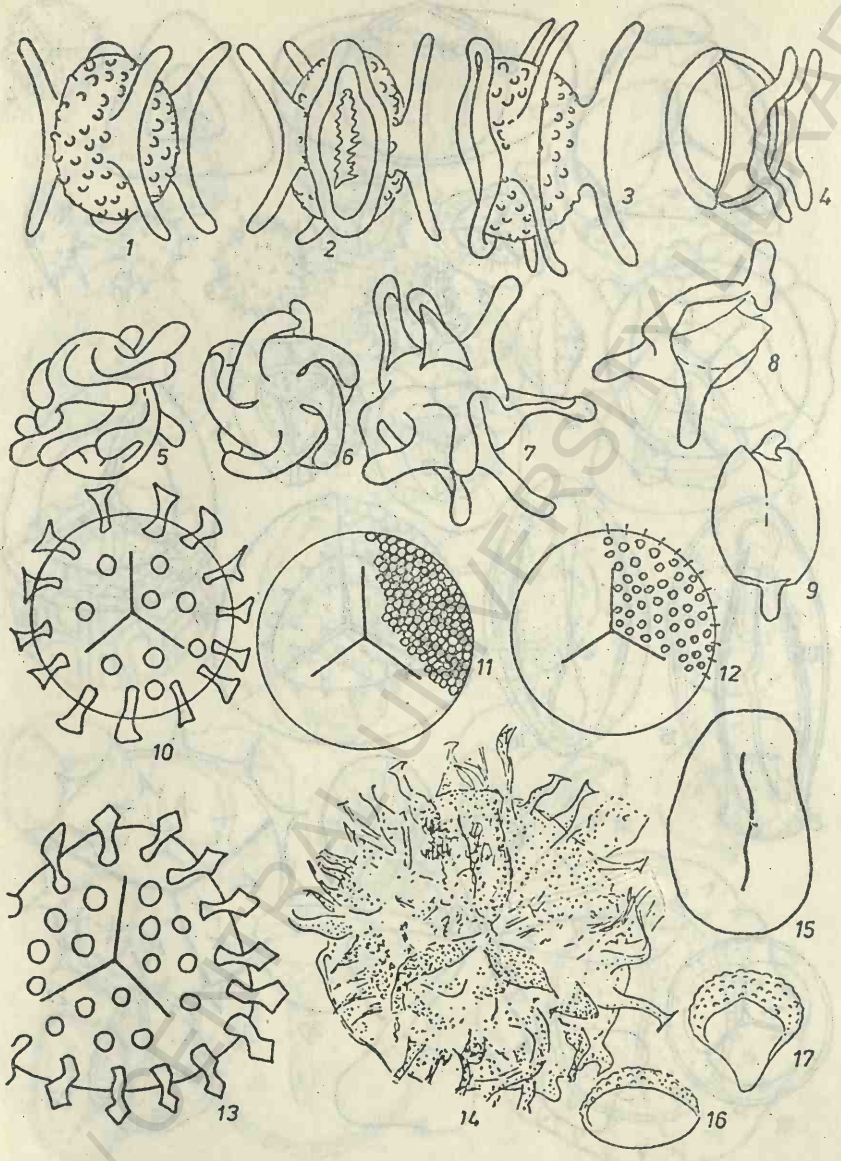
Planşa XXXIX — Spori de pteridofite (criptogame vasculare):

1 — spori disperşi de *Lycospora*; *2* — microspori de *Lepidostrobus*, comparabili cu sporii disperşi de tip *Zonotriletes*; *3* — spori disperşi de tip *Cristatisporites*; *4* — spori disperşi de tip *Vallatisporites*; *5* — spori disperşi de tip *Radiizonates*; *6* — spori disperşi de tip *Densosporites*; *7* — spori disperşi de tip *Dictyotriletes*; *8—17* — spori *in situ* de la *Pleuromeia rossica* comparabili cu sporii disperşi de tip *Punctatisporites* şi *Laevigatosporites*, triasic (*8, 9, 12* — megaspori; *10, 11; 13—17* — microspori); *13* — *Banksisporites* (megaspor) întîlnit în strobil de tip *Cylostrobus major*, triasic; *19* — microscopi de *Cylostrobus major* asemănători cu sporii disperşi de tip *Aratrisporites* (=*Saturnisporites*), pseudosacat şi exina acoperită cu spini, triasic.



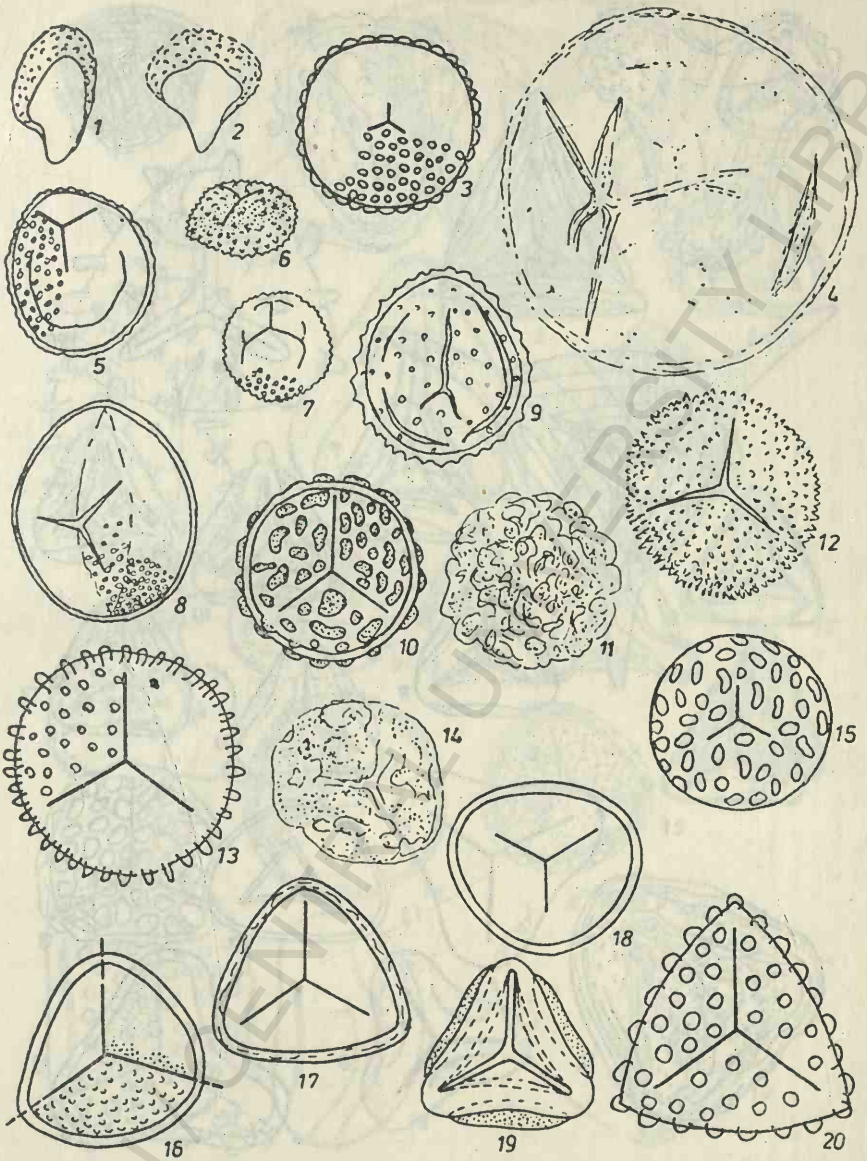
Planşa XL — Spori de pteridofite (criptogame vasculare):

1 — *Valvisisporites auritus*, megaspor din carbonifer; *2, 3* — *Endosporites globiformis*, spor monosacat din carbonifer (*2* — vedere ecuatorială; *3* — vedere proximală); *4* — spori de *Selaginella polystachya*, actual; *5, 6* — spori de *S. stellata*, actual; *7* — spori de *S. pedata*, actual; *8, 9* — spori de *S. uncinata*, actual; *10* — spori de *S. spanielema*, actual; *11* — spori de *S. brooksii*, actual; *12* — spori dispersi de tip *Reticulatisporites*, devonian- carbonifer; *13* — spori de *Selaginella arenicula*, actual; *14* — spori de *S. semicordata*, actual; *15—16* — spori colpaţi de *Eucommiidites*, jurasic — cretacic; *17* — spori dispersi de tip *Cirratriradites*, carbonifer (westfalian B/C); *18* — *Lundbladispora*, spori din permian-triasic; *19* — *Retusotriletes* spori dispersi ce provin probabil de la *Lepidodendron*; *20* — *Pterorestis* spori dispersi cu diametrul de pînă la 130 microni, devonian-carbonifer; *21* — spori de *Sphenophyllum dawsom*, carbonifer, comparabili cu sporii dispersi de tip *Ancyrospora* şi *Hystrichosporites*; *22* — spor dispers de tip *Aneurospora*.



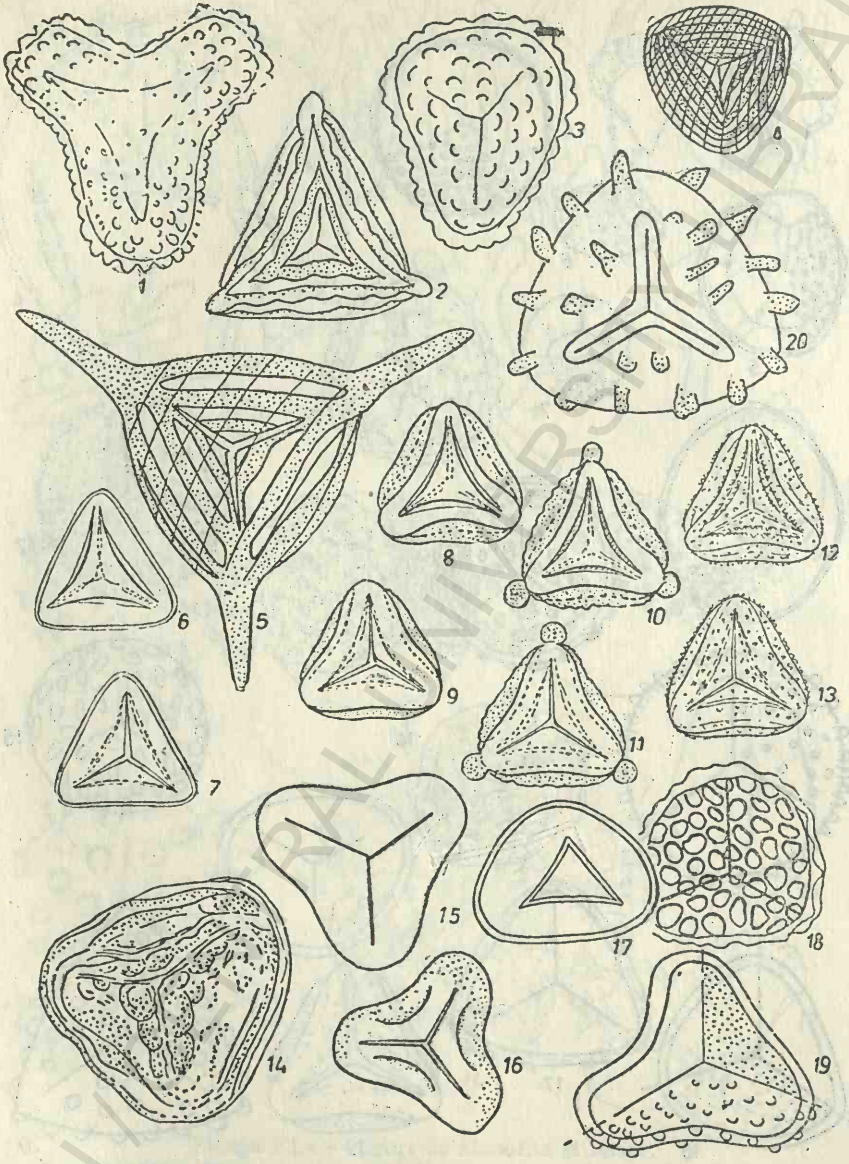
Planșa XLI — Spori de sfenofite și ferigi:

1—3 — Elaterosporites, spori de ecvisetacee (*1* — vedere distală; *2* — vedere proximală; *3* — vedere laterală), cretacic, Africa și America de Sud; *4—7 — Elaterocolpites castelaini*, spori de ecvisetacee, cretacic, Africa și America de Sud; *8, 9 — Sofrepites legouxae*, spori de ecvisetacee, cretacic, Africa; *10 — Raistrikia*, spor dispers produs de *Anachoropteris*, carbonifer; *11 — Punctatisporites vermiculatus*, spor dispers de *Zygopteridacee*; *12 — Cyclogranisporites leopoldi* cu exina granulată și papilată; *13 — Dibolisporites echinaceus*, spor dispers produs probabil de *Calamophyton*, devonian mediu; *14 — Hystrichosporites*, spor dispers produs de *Zygopteridacee*, probabil de *Tedelea glabra*; *15 — Speciosisporites*, spor *in situ* întîlniți în sporangi de *Scolecopteris incisifolia*, carbonifer superior; *16, 17 — Torispora*, spor dispers produs probabil de *Asterotheca meriani*.



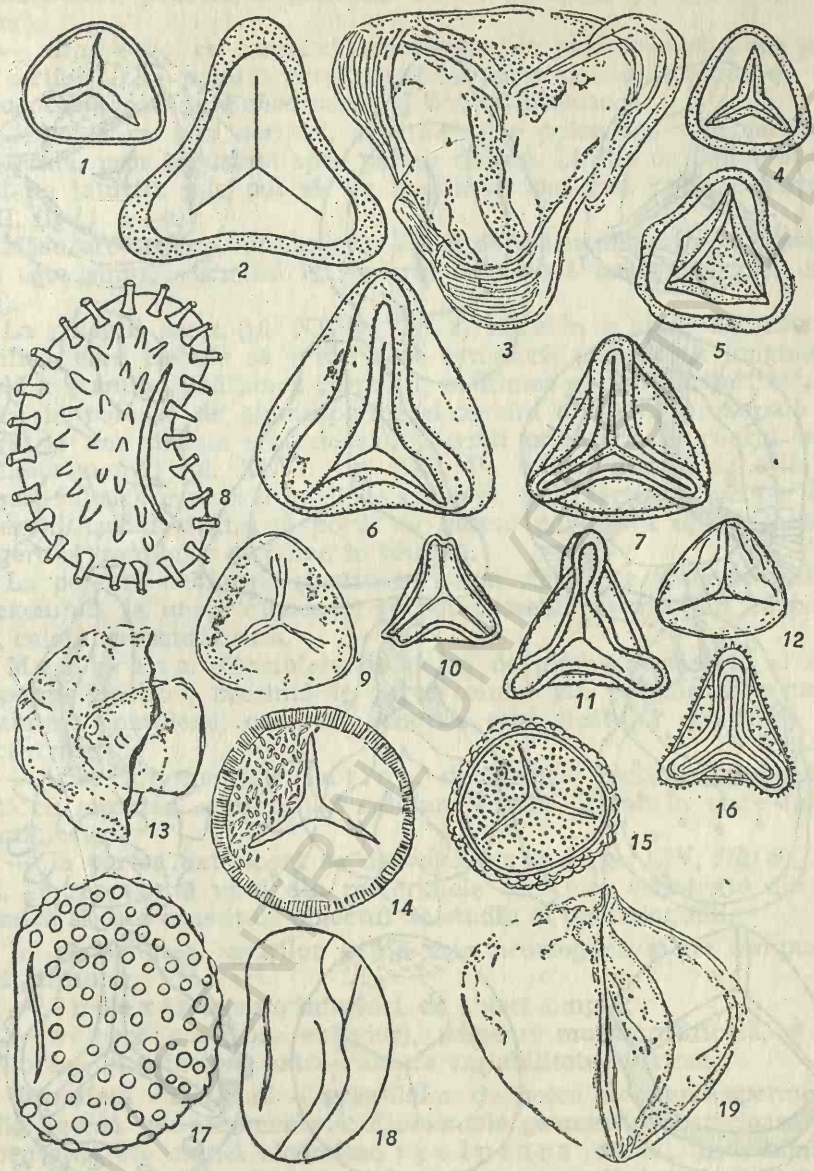
Planșa XLII — Spori de ferigi:

1, 2 — *Torispora*, spor produs de *Astherotheca meriani*, triasic superior; *3* — *Verrucosisporites*, spor produs probabil de Marattiaceae; *4* — *Todisporites*, spor produs de Osmundaceae, jurasic; *5* — spori de *Osmunda*, miocen; *6—7* — spori de *Osmundopsis (Osmundaceae)*, jurasic — miocen; *8* — spori de *Todea*, miocen; *9* — *Todites*, triasic; *10* — *Verrucosisporites*, spor produs de Osmundaceae, jurasic — cenozoic; *11, 14—15* — *Convolutispora* (*11* — vedere distală; *14, 15* — vedere proximală); *12* — *Osmundacidites*, spor de Osmundaceae jurasic — miocen; *13* — *Baculatisporites*, spor de Osmundaceae cenozoic; *16* — *Lygodiumsporites*, jurasic — cretacic; *17* — *Deltoidospora*, jurasic — cretacic; *18* — *Leiotriletes*, cretacic; *19* — *Gleicheniidites senonicus*, spor de *Gleicheniaceae*, cretacic; *20* — *Camptotriletes*, cretacic.



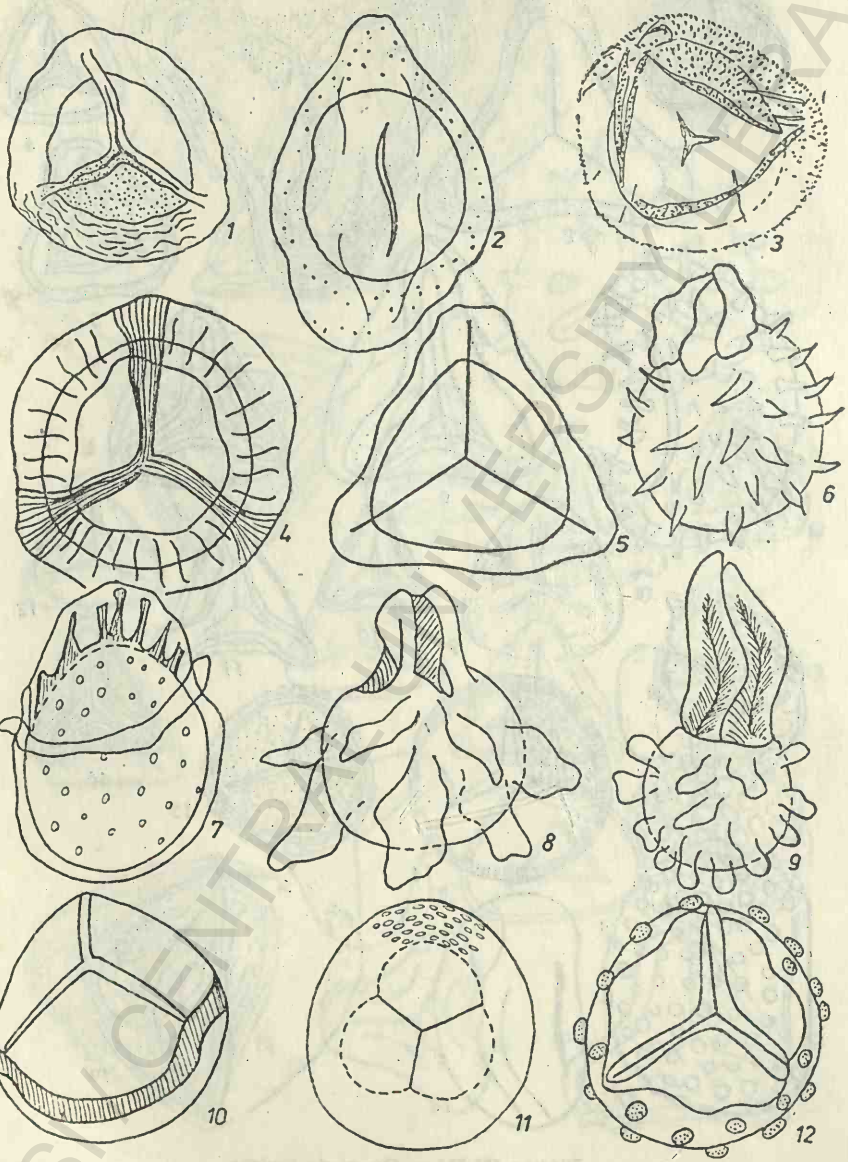
Planșa XLIII — Spori de ferigi:

1 — *Lygodium* sp., cretacic superior; *2* — *Anemia*, cretacic inferior; *3* — *Lygodium sparsae-tuberculatum*, cretacic superior; *4* — *Cicatricosisporites*, cretacic; *5* — *Appendicisporites*, cretacic; *6, 7* — *Plicifera delicata*, spor de *Gleicheniaceae*, cretacic — paleocen; *8, 9* — *Gleichenidites senonicus*, cretacic; *10, 11* — *Clavifera triplex*, spor de Gleicheniaceae, cretacic — paleocen; *12—13* — *Ornamentifera echinata*, spor de Gleicheniaceae, cretacic; *14* — spor de *Jamesonia*, oligocen; *15* — *Cyathidites*, spor de Cyathaceae, jurasic — cretacic; *16* — *Concavisporites*, jurasic — cretacic; *17* — spor de *Coniopteris*, jurasic mediu; *18* — spor de *Dicksonia*, jurasic mediu; *19* — *Concavissimisporites*, jurasic — cretacic; *20* — *Neoraistrickia*, jurasic — cretacic.



Planșa XLIV — Spori de ferigi:

1 — spor de *Coniopteris*, jurasic mediu; *2, 3* — *Matonisporites*, jurasic; *4, 5*, — spor de *Phlebopteris muensteri*, triasic superior — jurasic inferior; *6* — spor de *P. polypodioides*, jurasic; *7* — spor de *Matonia pectinata*, triasic superior; *8* — spor de *Davallia solidites*, pliocen; *9* — spor dispers de *Hymenophyllumsporites*, mezozoic; *10, 16* — spor de *Dictyophyllum*, jurasic; *11* — spor de *Clathropteris obovata*, liasic; *12* — spor de *Hausmannia*, cretacic superior; *13* — *Densosporites*, jurasic; *14* — spor de *Marsilea*, miocen; — *15* — *Densoisporites perinatus*, spor produs de Marsileaceae, cretacic; *17* — *Verracatosporites*, spor produs de Polypodiaceae; *18* — *Laevigatosporites*, cretacic superior — pliocen; *19* — spor dispers de *Dictyophyllidites*, mezozoic.



Planşa XLV — Spori dispersi:

1 — Lundbladispora, jurasic; *2* — spor de tip *Archaeoperisaccus*; *3* — *Rhabdosporites*, spor produs probabil de Aneurofitacee, devonian; *4—12* — megaspori din carbonifer (*4* — *Triletes brasseti*; *5* — *T. auritus*; *6* — *T. horridus*; *7* — *Nathorstisporites hopliticus*; *8* — *Pyroblospora*; *9* — *Arcellites*; *10* — *Triletes praetextus*; *11* — *Triletes* sp.; *12* — *T. tuberculatus*).

BCU SIBIU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Araucariaceae, precum și genurile *Larix*, *Pseudotsuga* (din familia Pinaceae);

— *elipsoidale*, cu contururi oval-rotunjite pînă la oval-alungite fără saci aeriferi. Din această categorie face parte polenul produs de *Cycadaceae*, *Ginkgoaceae*, *Ephedraceae* și *Welwitschiaceae*;

— *polen cu saci aeriferi*. Granulele de polen au o formă larg — elipsoidală, ușor îngustată spre partea distală. Liniile ce delimitează polenul pe laturile sale pot să fie mai mult sau mai puțin convexe (pl. XLVI, fig. 1, a—d).

Măsurarea dimensiunilor granulelor de polen din primele două categorii este simplă, urmînd în general cele două axe (polară și ecuatorială).

La polenul sacat (pl. XLVI, fig. 2) intervin o serie de măsurători specifice, care trebuie să evidențieze următorii parametri: lungimea generală a granulei, înălțimea corpului, înălțimea sacilor aeriferi etc.

Și la polenul de gimnosperme deosebim o latură proximală (interioară) și una distală (exterioară), potrivit orientării în cadrul tetradei (celulelor-mamă) (pl. XLVI, fig. 3-5). Pe latura distală se află *fisura* (colpus, sulcus), care este locul de creștere, sau foarte rar un *por* (Taxodiaceae). Așadar, fisura și porul se găsesc pe latura opusă locului de atingere a granulelor de polen în tetradă.

La polenul cu forme și structuri mai complexe (cum se întîlnește, de exemplu, la unele *Pinaceae*) se pot deosebi: membrana, corpul central, calota, creasta, fisura.

M e m b r a n a. Granulele de polen de gimnosperme, ca și de angiosperme dealtfel, prezintă în jurul celulei vii, cu poziție centrală, o membrană complexă, care, în general, este alcătuită din două pături concentrice:

— spre interior este i n t i n a, de natură pectinică, care dispare odată cu moartea conținutului celular. Așadar, intina în stare fosilă nu se întîlnește;

— la partea exterioară se dezvoltă e x i n a (pl. LIV, fig. 9), cutinizată, ce reprezintă unul din materialele cele mai rezistente din lumea organică și care constituie obiectul de studiu al palinologului.

În majoritatea cazurilor exina este neomogenă și se compune din două straturi:

— e n d e x i n a (spre interior), de obicei simplă;

— e c t e x i n a (spre exterior), adeseori multistratificată, și căreia îi datorăm, în principal, extraordinara variabilitate a exinei.

Suprafața exterioară a granulelor de polen de gimnosperme poate să fie netedă sau ornamentată. Elementele geometrice exterioare, pe ornamentație, ale exinei alcătuiesc s c u l p t u r a exinei. În schimb, modul cum se repartizează elementele interne ce alcătuiesc i n f r a e x i n a[1] determină s t r u c t u r a exinei; ea poate să fie observată prin transparență, în cadrul exinei. Terminologia morfologică privind noțiunile legate de sculptura și structura exinei o vom da în subcapitolul următor, consacrat angiospermelor.

[1] Nivel (strat) numit de unii palinologi m e z e x i n ă.

Fig. 57 — Principalele tipuri de polen de gimnosperme:
1 — inaperturat; *2* — monocolpat; *3, 4* — poliplicat; *5, 6* — veziculat.

Corpul. La granulele cu saci aeriferi partea centrală este numită *corp* (pl. XLVI, fig. 5). Pe el sau alături se individualizează alte elemente morfologice — ce se vor prezenta mai departe. Această noțiune, în literatura palinologică, este consacrată polenului sacat.

Forma și dimensiunea corpului sînt variabile de la un gen la altul, suferind modificări chiar în cadrul genului (de la o specie la alta).

Fisura (colpus, sulcus)[1]. Reprezintă partea cea mai subțire a exinei și are de obicei aspectul unui jgheab (fig. 57). Cu foarte rare excepții este situată pe partea distală. Fisura reprezintă locul de creștere a tubului polinic, fiind, totodată, și organul de reglementare a volumului granulei în funcție de gradul de umiditate (în condiții de secetă, de exemplu, partea subțire a exinei, ce căptușește fisura, se alungește — se întinde — spre interior, ajungîndu-se ca marginile să se unească).

De obicei, lungimea fisurei depășește de mai multe ori lățimea, fiind îngust-alungită (±asimetrică) *(Pinus)*, elipsoidală *(Cycadales)* sau triunghiulară (ca la *Podocarpus dacrydioides*[2]) (pl. XLVIII, fig. 2).

În cadrul gimnospermelor, fisura a apărut pentru prima dată la pteridosperme, respectiv cordaitale, pentru a atinge un înalt grad de individualizare la bennettitale. Cît privesc grupele de plante actuale (și fosile), fisura se poate bine sesiza la polenul de *Cycadaceae, Ginkgoaceae, Pinaceae, Podocarpaceae* și *Welwitschiaceae*.

Porii. Numai la unii reprezentanți ai familiei *Taxodiaceae* constatăm prezența unor pori (mai mari sau mai mici), plasați de obicei la capătul unor excrescențe conice.

În general, se poate aprecia că porii de la polenul de gimnosperme nu sînt elemente caracteristice.

Sacii aeriferi. Pot să fie definiți ca niște excrescențe (± individualizate) în stratul exterior al exinei (deci, în ectexină). Au forme mai mult sau mai puțin ovale, fiind umflați (cu exina întinsă pînă la limită), dar nu rareori apar „șifonați".

Sacii aeriferi, în număr de 2—6, sînt situați de o parte și de alta a corpului granulei de polen sau sînt deplasați spre latura distală (găsindu-se în acest de pe urmă caz pe marginea fisurei). Baza sacilor, aproape de fisură, se numește distală, iar baza opusă proximală.

După formă și contur, sacii aeriferi au un aspect în general semisferic (și în acest caz linia de fixare la corp este mai scurtă decît dia-

[1] O fisură amplasată pe latura distală se numește *colpus* sau *sulcus; ulcus*-ul reprezintă o fisură amplasată pe latura proximală.

[2] Majoritatea speciilor de *Podocarpus* au, totuși, o fisură îngust-alungită.

metrul (pl. XLVI, fig. 5, a-b) sau aproape semisferic (linia de fixare la corp este aproximativ egală cu diametrul) (pl. XLVI, fig. 1 b, d).

Sacii aeriferi au o structură alveolară[1] (pl. XLVII, fig. 1 a-b). Așa după cum se poate remarca din partea grafică, uneori în ochiurile mari ale rețelei se pot distinge altele mai mici. Studiul optic al sacilor aeriferi mai arată că modul de prezentare al acestei structuri alveolare poate varia de la o porțiune la alta a suprafeței sacilor.

Oricum, caracterele acestei structuri alveolare se iau în considerare la determinările granulelor de polen.

Calota (scutul, discul). Calota corespunde exinei îngroșată înspre partea proximală a granulelor de polen ce aparțin familiilor *Pinaceae* și *Podocarpaceae*. Îngroșările exinei din această zonă sînt condiționate de o aglomerare mai mare a elementelor infraexinei (mezexina).

În zona calotei, structura exinei poate să aibă aspectul:

— unei granulații foarte fine și dense — *Pinus, Picea* (pl. LI, fig. 3-4; pl. L, fig. 2);

— de rețea cu venule sinuoase, ce se întrepătrund — *Abies* (pl. L, fig. 1);

— venulele sinuoase se detașează pe un fod fin și dens granular — *Cedrus, Keteleeria* (pl. LI, fig. 1, 2).

Forma calotei este variabilă, fiind determinată de forma corpului granulei de polen. Exina calotei se poate detașa de partea distală a corpului granulei (ca la *Pinus, Abies*) sau să treacă treptat spre sacii aeriferi *(Cedrus)*.

La majoritatea genurilor, exina calotei se deosebește clar de cea a sacilor, chiar la o primă examinare. La *Cedrus*, însă, configurația exinei de pe calotă trece treptat spre sacii aeriferi, unde, în cele din urmă, structura devine mai grosieră și netă.

Creasta (coama). Creasta corespunde îngroșării calotei, văzută în secțiune optică în poziție laterală (la polen aparținînd familiilor Pinaceae și Podocarpaceae) (pl. XLIX, fig. 1, 3-5).

Există un raport direct între grosimea și ondulația exinei calotei și dimensiunile crestei: cînd exina este groasă, creasta este bine individualizată; acest fapt se poate constata la *Abies* și *Cedrus* (atît la formele fosile, cît și la cele actuale).

6.1.2. TIPURILE PRINCIPALE ALE POLENULUI DE GIMNOSPERME

Caracterele fundamentale morfo-structurale ale polenului de gimnosperme permit împărțirea lui în 5 tipuri principale:

Polen cu fisura triletă sau rectilinie, pe latura proximală a granulei. Astfel de granule se întîlnesc în depozitele paleozoicului superior (și mai rar în prima parte a mezozoicului) și aparțin la *Pteridospermopsida*.

De fapt, apartenența sistematică certă a unor astfel de granule poate să fie apreciată numai cînd sînt obținute din fronde fertile, care

[1] Acest tip de structură se mai întîlnește și la unele monocolpate.

din punct de vedere macroscopic pot să fie atribuite pteridospermelor. Altfel, polenul de pteridosperme este atît de asemănător cu sporii de ferigi încît este imposibil să facem vreo distincție atunci cînd materialul provine dintr-o probă de sediment (și nu organ fertil, determinabil macroscopic).

Granulele de polen de pteridosperme au dimensiuni variabile: 70—500 μ. La aceste ferigi cu sămînță s-a constatat existența a două tipuri de spori[1]: de talie mare (macrospori) și mică (microspori). Microsporii degajați din organe fertile de pteridosperme aparțin la două tipuri morfologice de bază:

— *microspori sferoidali,* cu fisura (marca) triletă bine evidențiată pe partea proximală (pl. XLVII, fig. 2). Ei sînt conformi cu sporii ferigilor, cu marcă triletă.

Tot aici, dar ca subtip aparte, pot fi încadrați și unii microspori de pteridosperme, care prin conformația lor sînt apropiați coniferelor, dar în porțiunea mediană se individualizează (±) clar marca „Y".

— *microspori reniformi* pînă la eliptic-rotunjiți, cu fisura longitudinală (conform cu sporii bilaterali de ferigi) (pl. XLVII, fig. 3-5).

(Există microspori bisacați de pteridosperme, ce amintesc de polenul de Pinaceae).

Polen cu sulcusul (fisura) elipsoidal pe latura distală a granulei. În această categorie morfostructurală se include polenul de benetitale, cycadale și ginkgoale.

Polenul de benetitale și cycadale este foarte asemănător din punct de vedere morfologic. După cum se știe benetitalele reprezintă o grupă de plante exclusiv fosile, cu mare pondere în covorul vegetal jurasic-cretacic inferior. Polenul lor (pl. XLVII, fig. 4, 5) este alungit, cu un sulcus longitudinal foarte bine evidențiat, de la un pol la altul, cu extremități rotunjite. Polenul acestor gimnosperme are 20—70 μ lungime.

Polenul de cicadale (pl. XLVII, fig. 6, 8) are caractere morfologice foarte asemănătoare cu cel anterior prezentat. Se apreciază, însă, că are dimensiuni mai mici: 20—30 (35 μ). Granulele de polen au contururi ce variază de la eliptic la oval-alungit. Pe fața distală, sulcusul longitudinal este profund și se prelungește de la o extremitate la alta a granulei. Sulcusul se detașează bine de restul granulei de polen și corespunde unei porțiuni de exină subțiată; dealtfel, subțierea exinei este progresivă, plecînd dinspre partea proximală. Marginile și fundul sulcusului sînt de obicei netede, în schimb exina este netedă sau verucată *(Cycas),* slab granulată *(Zamia),* granulată *(Encephalartos)* sau reticulat-fosulată *(Dioon).*

Ginkgoalele — care au atins maximul evolutiv în jurasic — sînt evidențiate și pe bază de polen pe un larg interval stratigrafic. Polenul fosil este foarte asemănător cu cel actual (de *Ginkgo biloba),* dar se apreciază că, în general, are dimensiuni mai mari. Polenul de *Ginkgo*

[1] Pentru acestă clasă de gimnosperme, celulele mascule (polenul) sînt numite *spori,* iar frunzele compuse poartă numele de *fronde* — deci este o terminologie identică cu cea de la ferigi.

(pl. XLVII, fig. 7) este eliptic-alungit, cu extremitățile efilate, sulcusul longitudinal profund și marginile ± ondulate — caractere ce-l individualizează față de grupele anterioare.

În depozitele terțiarului din Europa se descriu diferite specii de *Cycadopites* (pl. XLVII, fig. 8 a-e; pl. XLVIII, fig. 1 a-g), care din punctul de vedere al corespondenței botanice pot proveni de la *Cycas, Ginkgo, Zamia* ș.a. Alți autori păstrează genul *Cycadopites* numai pentru polen de cicadale, iar polenul de ginkgoale îl încadrează la genul *Ginkgoretectina.*

Polen cu fisură și saci aeriferi. Acest tip este caracteristic familiei Pinaceae (cu puține excepții) și Podocarpaceae.

Același tip se mai întîlnește și la unele conifere primitive, la cîteva pteridosperme mezozoice, la unele cordaitale etc.

Podocarpaceele sînt conifere care în flora actuală sînt răspîndite îndeosebi în emisfera australă. Polenul lor este foarte polimorf:

— fără fisură și fără saci aeriferi (genul *Saxegothaea*);

— cu fisură și 2 saci aeriferi *(Podocarpus, Dacrydium, Pherosphaera, Phyllocladus);*

— cu fisură și 3 saci aeriferi *(Podocarpus* sg. *Dacrycarpus);*

— cu un număr variabil de saci aeriferi (3—6) *(Nicrocychrys).*

Podocarpaceele au jucat un rol de seamă în florele mezozoice, îndeosebi în jurasic-cretacic. Granulele de polen bi- sau trisacat sînt adeseori identificate în terenurile terțiare; se pare că la latitudinea țării noastre au supraviețuit pînă în pleistocenul inferior.

În pl. XLVIII, fig. 2—3 prezentăm cîteva forme de polen bi- și trisacat identificate în formațiuni mezozoice. În pl. XLVIII, fig. 3 reproducem specii frecvente în terțiarul Europei. Toate provin de la *Podocarpus*; ele pot fi găsite în literatura palinologică încadrate la genul botanic amintit sau la genul morfologic *Podocarpidites.*

Podocarpus (respectiv *Podocarpidites*) se caracterizează prin granule mai mici, în raport cu pinaceele (35—65 μ la speciile actuale; la formele fosile limitele de variație sînt mai mari — se cunosc forme mezozoice de peste 150 μ lungime). În general, corpul este mai mic decît sacii aeriferi (pl. XLVIII, fig. 3 a-d; pl. XLIX, fig. 1).

La granulele bisacate fisura este foarte bine individualizată, observîndu-se ușor datorită îngroșărilor marginale; se prezintă ca o despicătură ± alungită. La granulele trisacate fisura este triradială.

Corpul este rotund, rotund-eliptic, rombic pînă la trapezoidal. Poate măsura 20—80 μ lungime și 20—85 μ înălțime.

Sacii aeriferi sînt voluminoși, semicirculari, semicirculari-alungiți, adeseori aplatizați. Au un contur regulat și depășesc o semicircumferință. Acești saci, fini și fragili, au o structură reticulată. Alveolele izolate sînt poligonale sau alungite, cu pereți sinuoși, de grosimi inegale. În poziție distală se poate observa cum configurația reticulată este constituită din stîlpi radiali care pleacă de la baza sacilor; ei sînt reuniți prin fine și sinuoase reticule ce se încrucișează.

Calota este rotundă sau puțin angulară. Are suprafața netedă, pînă la fin-granulară. Marginea distală a calotei (potrivit tipului de granulație) trece progresiv pe exina părții distale a corpului sau este net delimitată printr-o ondulație, îndeosebi spre baza proximală a sacilor.

Conturul și lățimea crestei sînt determinate, de asemenea, de granulația calotei. Cînd granulația este grosieră, creasta este lată, ondulată pe margini; cînd granulația este fină, creasta apare uniformă, aproape netedă.

În literatura palinologică privind teritoriile emisferei nordice se mai determină și *Dacrydium* (respectiv *Dacrydiumites*), dar mult mai rar în raport cu genul precedent. Atît în depozitele mezozoice, cît și în cele terțiare, granulele de polen sînt bisacate; sacii aeriferi au contur ondulat, fiind slab individualizați (pl. XLIX, fig. 2).

Tot polen de Podocarpaceae este interpretat și *Protopodocarpus* — jurasic inferior (pl. XLIX, fig. 4), *Pseudopodocarpus* — jurasic inferior (pl. XLIX, fig. 5) și, eventual (?), *Striatopodocarpites* — permian superior (pl. XLIX, fig. 3).

Familia Pinaceae joacă un rol primordial în spectrele palinologice ale celor mai multe profile stratigrafice terțiar-cuaternare. Părțile componente ale unei granule de polen aparținînd pinaceelor au fost prezentate în prima parte a acestui capitol. Mai departe vom da cîteva detalii privind morfologia unor genuri de pinacee mai frecvente în depozitele geologice — nu înainte, însă, de a prezenta împărțirea morfologică a principalelor tipuri de polen din cadrul acestei familii:

— *Tipul I* are granule cu saci aeriferi plasați în lungul marginii fisurii, situată pe partea distală a polenului *(Pinus, Picea, Abies, Keteleeria, Cedrus, Pseudolarix)*. Asupra acestui tip vom insista mai departe.

— *Tipul II* are granule cu o exină netedă, sînt lipsite de saci aeriferi și fisură *(Larix, Pseudotsuga)*.

— *Tipul III* are granule rotunjite, cu un franj transparent ce amintește sacii aeriferi *(Tsuga)*.

Abies (respectiv *Abiespollenites* sau *Pityosporites* pr. p.) (pl. L, fig. 1) produce granule bisacate, voluminoase: 90—180 μ lungime și 65—120 μ înălțime. În poziție laterală, sacii aeriferi sînt net separați de corp și se formează un unghi clar între conturul exterior al corpului și marginea proximală. În poziție polară, granula de polen are aspectul a trei cercuri secante, date de conturul corpului și de cei doi saci aeriferi. Exina calotei este formată dintr-o rețea de venule dese ce se încrucișează.

Sacii aeriferi, separați foarte clar de corp, prin forma lor, în spațiu, depășesc o semisferă, iar conturul un semicerc. Deci, linia de sutură este mai mică decît un diametru. Exina sacilor este grosier-reticulată.

Calota este groasă; la măriri mari se observă o structură reticulată neregulată, ce se încrucișează foarte dens.

Creasta este lată și ondulată, retrăgîndu-se (subțiindu-se) ușor spre porțiunea mediană.

Keteleeria (Keteleeriapollenites) (pl. LI, fig. 1) se prezintă foarte asemănător cu *Abies*, dar exina calotei este granulară.

Picea (*Piceapollis, Pityosporites* prop.) (pl. L, fig. 2) se caracterizează prin granule bisacate, la care sacii aeriferi sînt slab delimitați față de corp. În poziție laterală, conturul corpului se confundă cu conturul sacilor aeriferi. Conturul granulei în poziție polară este oval sau oval-circular.

Volumul corpului granulei depășește clar pe cel al sacilor aeriferi. Liniile ce delimitează lateral corpul sînt puțin concave.

Conturul sacilor aeriferi este semicircular. Deci, linia de sutură a sacilor cu corpul este egală cu un diametru. Linia ce determină conturul sacilor în vecinătatea calotei poate să fie convexă, dreaptă sau concavă. Exina sacilor aeriferi este reticulată, această rețea fiind strînsă. Pereții alveolelor, la o mărire mică, par ușor ondulați.

Calota este în general bine delimitată printr-o mică muchie a exinei feței distale a corpului. Această limită devine mai puțin netă, plecînd din centru spre periferia granulei. Exina calotei este fină, uniform granulată, cu venule fine, sinuoase. Aceste trăsături arată asemănări cu exina calotei de la polenul de *Pinus*.

Fisura este lungă, îngustă și atinge calota. Conturul fisurei și muchia discului dă impresia unei fisuri trilete.

La *Cedrus* (*Cedripites, Pityosporites* pr. p.) (pl. LI, fig. 2), care se aseamănă în multe privințe cu *Picea*, creasta (lată ± ondulată) trece pe nesimțite pe sacii aeriferi. În fine, tot ca o particularitate a polenului de cedru este și absența unei diferențieri nete între structura exinei și cea a sacilor aeriferi; configurația reticulată a calotei care trece la sacii aeriferi, devenind mai netă și mai grosieră, reprezintă singura diferență.

Pinus (*Pityosporites* pr. p.) are granulele de polen constituite din doi saci aeriferi, situați pe marginile unei fisuri slab individualizată. Lungimea granulei variază între 60—105 μ și 30—60 μ înălțime (la nivelul corpului).

Corpul are un contur ± oval. În general, calota se detașează clar de partea distală a corpului printr-o muchie fină. Exina are o structură granulară.

Creasta este îngustă și uniformă; la unele forme este puțin ondulată.

În cadrul acestui gen s-au diferențiat două tipuri:

— *Diploxylon (Silvestris)* (pl. LI, fig. 3), la care sacii aeriferi au contururi ce depășesc o semicircumferință. Deci, linia lor de contact la corpul granulei este mai mică decît un diametru. Sacii se separă net de corp. Majoritatea polenului din cadrul acestui tip este descris în clasificarea morfologică drept *Pityosporites labdacus*.

— *Haploxylon* (pl. LI, fig. 4), cu sacii aeriferi semicirculari, ceea ce face ca linia lor de contact la corp să fie egală cu un diametru. În poziție laterală, conturul corpului trece gradat în cel al sacilor, fără a forma un unghi prea clar. Cea mai mare parte a polenului din acest tip este încadrat la *Pityosporites microalatus*.

La polenul de pin, sacii aeriferi sînt reticulați, luînd naștere alveole poligonale și de dimensiuni destul de uniforme.

Granulele bisacate atribuite pinaceelor sînt destul de numeroase în terenurile geologice. În pl. LI, fig. 6-8 reproducem trei tipuri morfologice care ar putea, eventual, să provină de la Pinaceae primitive din permianul superior.

Polen bisecat s-a identificat și la alte familii de conifere primitive: Lebachiaceae (pl. LI, fig. 5), Voltziaceae (pl. LI, fig. 9, pl. LII, fig. 1 a-b) ș.a.

Pe de altă parte, așa după cum am mai atras atenția, unele ferigi cu sămînță, mezozoice, au tot polen bisacat. În pl. LII, fig. 2 reproducem un polen de *Caytonia*, iar în pl. LII, fig. 3 un polen de *Pteruchus*.

Şi unii microspori de cordaitale pot să fie încadrate tot în grupa polenului sacat (pl. LII, fig. 4-5).

În fine, mai amintim că din depozite paleozoic superioare şi mezozoice s-au descris zeci de genuri morfologice ± bisacate, cu legături filogenetice nelămurite în cadrul gimnospermelor. Cîteva din aceste genuri, găsite în triasicul superior al Europei, sînt: *Alisporites, Complicatisaccus, Cucullispora, Lueckisporites* ş.a. (pl. LII, fig. 12).

Polen fără fisură, cu exina fină şi netedă, respectiv cu exina groasă, pregnant ornamentată şi o fisură ± individualizată.

În cadrul acestei grupe morfologice distingem două subgrupe:

— În prima subgrupă includem granule de polen cu intina groasă, exina fină, ± netedă. La unele (Taxodiaceae) se individualizează un por. Polenul de Araucariaceae, Taxaceae, Taxodiaceae, Cephalotaxaceae, precum şi unele Pinaceae *(Larix, Pseudotsuga)* se încadrează aici.

La Araucaria *(Araucariacites)* (pl. LII, fig. 6—10) granulele de polen au contururi rotunjite, diametre de 35—75 μ. Intina granulelor este groasă, în schimb exina este fină şi la măriri mari se observă fosete mici. Din cauza exinei sale subţiri şi fine, polenul de *Araucaria* este rareori păstrat în depozitele geologice. În Europa, polen atribuit acestui conifer este cunoscut din depozite mezozoice şi terţiare.

Larix (pl. LII, fig. 11) şi *Pseudotsuga* au granulele de polen asemănătoare (contur rotunjit, exina netedă etc.), dar *Pseudotsuga* are dimensiuni mai mari (90—125 μ). Astfel de polen se întîlneşte în depozite neogen-cuaternare şi apare adeseori deformat sau chiar rupt (despicat).

Polenul de Taxodiaceae este rotund, cu intina groasă şi exina fină (ectexina se prezintă uniform granulară, iar endexina este netedă). Pe faţa distală se găseşte un por. În preparate, granulele de polen ale acestor conifere apar în două poziţii: ecuatorială (cînd se poate observa bine forma granulei şi porul; situat pe o excrescenţă conică) şi polară (cînd porul ocupă o poziţie centrală pe exina granulară).

Pentru determinarea genului de apartenenţă, trebuie ca granula să fie observată în poziţie ecuatorială. La *Taxodium* excrescenţa conică este dreaptă, la *Sequoia* şi *Cryptomeria* excrescenţa conică este curbă, la *Cunninghamia* excrescenţa se prezintă ca o protuberanţă abia perceptibilă ş.a.m.d.

Genurile morfologice mai des întîlnite în depozitele terţiarului european sînt: *Inaperturopollenites* (pl. LII, fig. 13-17) şi *Sequoiapollenites* (pl. LIII, fig. 1-11).

Prin aspectul lor exterior, granulele de polen ale familiei Taxodiaceae arată asemănări cu cele de Taxaceae şi Cupressaceae, de care se disting prin prezenţa porului şi ectexinei granulare (la *Taxodiaceae*). La *Cupressacites* (pl. LIII, fig. 12-17) se încadrează granule de polen din depozite mezozoice şi terţiare, care probabil provin de la diferite genuri ale familiei Cupressaceae.

Mai puţin răspîndit (şi nu totdeauna sigur atribuit sistematic) este polenul de *Taxus* (pl. LIII, fig. 18-19), semnalat din depozite mezozoice (jurasic-cretacic) şi din terţiar-cuaternar.

— Într-o a doua subgrupă este inclus polenul unor conifere care se deosebeşte de ceea ce am prezentat anterior întrucît au exina puternic

ornamentată. Amintim pe *Tsuga* (dintre Pinaceae) și *Sciadopytis* (Sciadopytiaceae).

Polenul de *Tsuga (Tsugaepollenites, Zonalapollenites)* (pl. LIII, fig. 20-21) are contur rotunjit, cu diametre de 30—90 μ. Marginea granulei are un franj transparent, ondulat, cu lățimi destul de mari de la o specie la alta.

Fața proximală a exinei este acoperită de excrescențe, ± rotunjite, dispuse strîns și imbricate. Pe fața distală exina este mai fină și mai netedă.

În depozitele geologice, polenul acestui conifer este atribuit la două tipuri: *Tsuga* tip *diversifolia* (de obicei încadrat la *Tsugaepollenites igniculus)*, care are un franj lat și exina poartă mici excrescențe aciculare, și *Tsuga* tip *canadensis* (una din formele morfologice corespunzătoare fiind *Tsugaepollenites fluminipites)*, cu un franj mai îngust, la care lipsesc excrescențele aciculare, prezente la tipul anterior.

Sciadopytis (Sciadopytispollenites) (pl. LIV, fig. 1) se caracterizează prin polen eliptic sau cîteodată aproape rotund (23—40 μ axa polară și 35—50 μ axa ecuatorială). Fisura longitudinală scurtă este vizibilă pe fața distală. Exina este groasă, cu suprafața acoperită uniform de mari proeminențe aplatizate (de forme neregulate) ce dă impresia unei rețele grosiere.

Polen fără fisură, cu un număr mare de coaste longitudinale, așa după cum se întîlnește la Ephedraceae.

Polenul de *Ephedra (Ephedripites)* are o formă elipsoidală, cu contur oval-alungit. Îi lipsesc sacii aeriferi, porii și fisura; în schimb, are coaste longitudinale în număr caracteristic (de la o specie la alta).

Polenul de *Ephedra (Ephedripites)* este identificat începînd din cretacic, fiind frecvent la anumite nivele stratigrafice ale terțiarului, respectiv cuaternarului.

Genul morfologic *Ephedripites* este subîmpărțit în două subgenuri principale: *Ephedripites* și *Distachyapites* (pl. LIV, fig. 2-4).[1]

(W. Krutzsch, 1961, este de părere că polenul de *Welwitschia*, semnalat de palinologii sovietici, trebuie reconsiderat ca aparținînd tot la *Ephedra*).

6.2. POLENUL DE ANGIOSPERME

La polenul de angiosperme se constată o evoluție a caracterelor morfo-funcționale, ce-și au originea în specializările atît de variate, atinse la nivelul diferitelor grupe sistematice. Acesta este motivul pentru care se încearcă să se facă ordine în sistematica polenului de angiosperme (actual și fosil) uzînd de o nomenclatură morfo-structurală nu întotdeauna ușor de stăpînit.

[1] Ca subgen aparte este *Spiralipites*, care probabil provine tot de la *Ephedra*. În fine, *Steevesipollenites* (din cretacicul Africii) ar putea să aparțină tot la Ephedraceae.

Mai departe vom insista asupra noțiunilor fundamentale ce intervin în descrierea și determinarea polenului (fosil și actual) de angiosperme.

6.2.1. FORMA, CONTURUL, DIMENSIUNILE ȘI ALCĂTUIREA POLENULUI DE ANGIOSPERME

Formarea granulelor de polen corespunde fazei de diviziune celulară, din care iau naștere microspori în fiecare celulă-mamă. Cei 4 microspori rămîn un timp laolaltă, pînă la maturizare, formînd o tetradă.

Totuși, uneori, nu are loc separarea amintită nici în faza de maturizare, cele 4 grăuncioare acoperindu-se cu o intină groasă ce funcționează ca o granulă unică de polen (± complexă). Un astfel de exemplu este polenul de *Typha* (pl. LIV, fig. 5), întîlnit adeseori în depozite neogen-cuaternare. Alteori, ca și în cazul familiei *Ericaceae*, granulele rămîn sudate în tetrada de origine (pl. LIV, fig. 6).

Dar, cele două exemple de mai sus nu sînt altceva decît excepții de la regula generală, cînd — odată atinsă maturizarea — granula de polen se separă din tetrada de oxigen, răspîndindu-se ca elemente izolate.

Ca elemente distinctive ale polenului de angiosperme deosebim:

— axa polară sau axa de simetrie a granulei, care este linia imaginară ce trece prin corpul polenului, secționîndu-i suprafața în două puncte numite pol distal (care este centrul geometric al laturii distale) și pol proximal (care este centrul geometric al laturii proximale). Adeseori, aceasta corespunde cu cea mai mare axă *(Quercus, Rhus, Aralia* etc.), dar există și excepții, cum ar fi unele granule de polen monocolpat *(Magnolia)* sau elipsoidal-aplatizat *(Nyssa);*

— axa ecuatorială, care este axa perpendiculară pe cea ecuatorială. Această axă împarte granula în două părți egale: proximală (spre interiorul tetradei) și distală (spre exteriorul tetradei) (pl. XXVIII, fig. 5). Cel mai adesea, cele două jumătăți (proximală și distală) nu se diferențiază, dar la granulele monocolpate și monoporate se constată o astfel de diferențiere, căci colpusul și porul sînt situați totdeauna pe partea distală;

— polii granulei de polen, care așa după cum am precizat, reprezintă extremitățile axei polare.

Forma polenului de angiosperme. La fel ca și la polenul de gimnosperme sau spori, forma este trăsătura care atrage în primul rînd atenția cercetătorului. Nu trebuie uitat, însă, că în preparatele palinologice nu se observă forma, ci conturul granulei în diferite plane. Cît privește polenul fosil, trebuie remarcat faptul că acesta apare adeseori comprimat; de aceea este necesar să se observe cu atenție un număr corespunzător de indivizi din același tip sistematic, pentru reconstituirea corectă a conturului, respectiv a formei (în spațiu).

În practica determinărilor palinologice se constată că cele mai multe granule de polen au forme sferoidale, sferoidal-aplatizate, îngust- sau

lat- elipsoidale etc. G. Erdtman a propus următoarea clasificare a formelor granulelor de polen:

Clase morfologice	P : E
— perprolate (oval-alungite)	>2(>8 : 4)
— prolate (ovale)	2—1,33 (8 : 4—8 : 6)
— subprolate (aproape ovale)	1,33—1,14 (8 : 6—8 : 7)
— sferoidale (sferice)	1,14—0,88 (8 : 7—7 : 8)
prolat-sferoidale (elipsoid-alungite)	1,14—1,00 (8 : 7—8 : 8)
oblat-sferoidale (elipsoid-comprimate)	1,00—0,88 (8 : 8—7 : 8)
— suboblate (oval-aproape comprimate)	0,88—0,75 (7 : 8—6 : 8)
— oblate (oval-comprimate)	0,75—0,50 (6 : 8—4 : 8)
— peroblate (oval-foarte comprimate)	<0,50(<4 : 8)
P — axa polară; E — axa ecuatorială.	

În pl. LIV, fig. 7/1-4 se redau grafic relațiile existente între aceste clase morfologice.

În preparatele palinologice, polenul de angiosperme se întîlnește, în majoritatea cazurilor, în două poziții: polară și ecuatorială.

Poziția polară a granulei de polen este aceea în care rămîne vizibil polul, fiind o proiecție pe planul ecuatorial. În această poziție, polenul de angiosperme poate să aibă contururi diferite: rotunde, poligonale sau diferite variante intermediare. La aceste categorii de pe urmă se încadrează granulele poligonale cu laturile convexe (triunghiular-rotunjit, pentagonal-rotunjit etc.), rotund-trilobat, rotund-peroblat ș.a.m.d. În pl. LIV, fig. 8 a-l reprezentăm cîteva dintre aceste contururi fundamentale. Adăugăm că polenul foarte îngustat de-a lungul axei polare se întîlnește cu totul excepțional în poziție polară.

În poziție ecuatorială este vizibil ecuatorul. În această poziție se întîlnesc contururi rotunde sau eliptice, cu diferite grade de alungire (pl. LIV, fig. 7/1-4).

Uneori, anumite granule *(Quercus)* pot apărea într-o poziție „oblică". În acest caz, axa polară este înclinată în raport cu suprafața preparatului. În această poziție polul și ecuatorul sînt parțial vizibili.

În aprecierea polenului de angiosperme (la fel ca și la cel de gimnosperme și spori) trebuie să se precizeze dimensiunile acestuia (care sînt în general foarte variabile: 2—200 μ). Pentru granulele sferice se măsoară diametrul, pentru cele elipsoidale se măsoară, în general, cele două axe (polară și ecuatorială).

Membrana. Și la polenul de angiosperme celula vie a polenului este învelită într-o membrană, cu o alcătuire complexă. În mod curent se deosebește:

— intina, spre interior, care se dezagregă rapid odată cu moartea conținutului celular — deci, nu se păstrează la polenul fosil;

— exina, spre exterior, care datorită rezistenței sale se fosilizează păstrînd în bune condiții morfo-structura inițială.

La cele mai multe angiosperme exina este complex alcătuită şi nomenclatura care defineşte diferitele straturi constitutive este destul de eterogenă (pl. LIV, fig. 9). De obicei, în cadrul exinei se poate deosebi:

— un strat interior numit endexină, ce poate fi continuu şi omogen sau variat alcătuit (în plăci, perforat, endosculptat etc.);

— un strat exterior — ectexina, care în majoritatea cazurilor se prezintă complex, atît sculptural cît şi structural. Diversiatea extraordinară a prezentării polenului (de angiosperme) o datorăm, în primul rînd, acestui strat complex exterior (de ectexină).

Ectexina multistratificată se subîmparte în mai multe părţi (pături) constitutive, care în principiu pot fi numite (de la exterior spre interior): tectum, columela şi talpa („foot layer"). Partea bazală a ectexinei (infraexina) este separată de unii palinologi ca strat intermediar, fiind numită mezexina.

Şi polenul de angiosperme se caracterizează printr-o sculptură (elementele geometrice exterioare, de ornamentaţie) şi structură (determinată de modul de alcătuire a zonei infratectale) bine diferenţiate în cadrul diferitelor grupe sistematice.

Se poate afirma că, în general, *elementele sculpturale* se individualizează din ectexină, la nivelul tectum-ului. În cea mai mare parte, termenii utilizaţi pentru definirea sculpturii exinei de la angiosperme sînt asemănători cu cei folosiţi pentru spori.

Pentru început să consemnăm faptul că exina poate să fie *netedă* sau acoperită de tuberculi ori fosete de forme şi mărimi foarte variate — în acest de pe urmă caz vorbindu-se de „sculptura exinei", care — cum vom vedea — este foarte felurită.

Cu toată diversitatea sculpturii exinei, totuşi, elementele sculpturale pot fi împărţite în două grupe principale (pl. XXXII, fig. 1-22):

a) *cu predominarea elementelor pozitive*, cînd suprafaţa poate fi:

— *psilată* (cf. levigată) — elementele sculpturale s.s. sînt absente; suprafaţa este netedă sau cu mici depresiuni izolate, sub 1 μ *(Betula)*. În cîmpul de observaţie exina apare în general netedă;

— *scabrată* — elementele sculpturale sînt totdeauna prezente, ± izodiametrice $\leqslant 1$ μ *(Artemisia, Cornus)*. În cîmpul de observaţie exina prezintă mici asperităţi;

— *gemată* — se deosebeşte de tipul precedent prin faptul că elementele morfologice sînt îngustate spre bază (*Juniperus*);

— *baculată* — elementele sculpturale sînt mai înalte decît late şi se prezintă ca nişte excrescenţe ornamentale asemănătoare unor bastonaşe *(Nymphaea)*;

— *clavate* — se deosebeşte de tipul precedent numai prin faptul că are partea terminală umflată *(Ilex)*. În cîmpul de observaţie exina apare ca o suprafaţă ce poartă (±) des nişte mici măciuci;

— *echinată* — elementele sculpturale sînt ca nişte spini, ± evidenţiaţi, cu baza contractată *(Rubus)* sau lăţită (Compositae — Tubuliflorae);

— *rugulată* (cf. corugată) — cu elemente ornamentale >1 μ, alungite şi distribuite neregulat. În cîmpul microscopului apar ca nişte creste alungite cu dispunere neregulată *(Prunus)*;

— *striată* (cf. canaliculată, cicatricosă, costată) — se deosebește de tipul precedent prin faptul că elementele ornamentale sînt ± paralele sau în orice caz orientate dominant într-o direcție *(Acer);*

— *reticulată* — în acest caz elementele sculpturale alungite formează o rețea *(Iris).*

b) *cu predominarea elementelor negative,* cînd suprafața poate fi:

— *foveolată* — exina prezintă mici depresiuni izolate $\leqslant 1\mu$ (Restionaceae);

— *fosulată* — micile depresiuni ale exinei sînt vermiculare *(Ledum).*

— *canaliculată* — suprafața exinei prezintă șanțuri longitudinale.

În ceea ce privește *structura* exinei (pl. LV, fig. 1) se poate face următoarele remarci: există granule zise *intectate,* la care nu se individualizează tectum-ul și columela, și granule la care exina are individualizate nivelele de tectum și columela. La rîndul său tectum-ul poate fi neted sau poartă elemente morfologice variate. Există, deci, granule tectat-psilate, tectat-verucate, tectat-clavate, tectat-echinate etc. Polenul tectat caracterizează grupe superioare de angiosperme (lipsește la Monocotiledonate).

Aperturile. Aperturile sau deschiderile germinative cuprind colpii și porii (fig. 58, 59).

Colpii se dezvoltă ca un simplu jgheab la angiospermele primitive (la fel ca și la unele gimnosperme); un astfel de jgheab este numit, în general, *sulcus.* Se prezintă ca o adîncitură a exinei, este alungit în sens longitudinal și acoperit de un strat fin al exinei, numit *membrana colpului.* De cele mai multe ori, această membrană este elastică, fără sculptură sau poartă una analoagă ansamblului granulei. În majoritatea cazurilor, marginile colpusului sînt regulate (ceea ce probează formarea lui odată cu granula propriu-zisă). Se mai întîlnesc granule la care marginile colpului sînt neregulate (ceea ce indică formarea tardivă a acestuia) (în raport cu granula) *(Fraxinus, Parrotia).*

Colpusul are forme diferite: alungit, cu extremitățile efilate sau rotunjite *(Nyssa, Anacardiaceae, Salix),* sub formă de fantă (Ericaceae), lat și scurt *(Parrotia),* rotunjit *(Drymis)* sau scurt și rotund — cînd se confundă, prin dimensiuni și formă, cu porii *(Liquidambar,* Chenopodiaceae).

Majoritatea monocotiledonatelor au un colpus, pe cînd dicotiledonatele au de obicei 3 colpi (dar numărul lor variază: 2—30 sau mai mult).

La monocolpate colpusul este situat pe fața distală.

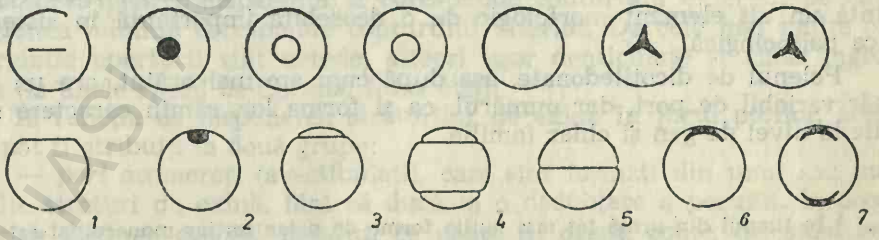


Fig. 58 — Principalele tipuri de polen de angiosperme (monocotiledonate):
1 — monocolpat; *2* — monoporat; *3—5* — operculat; *6, 7* — trichotomocolpat.

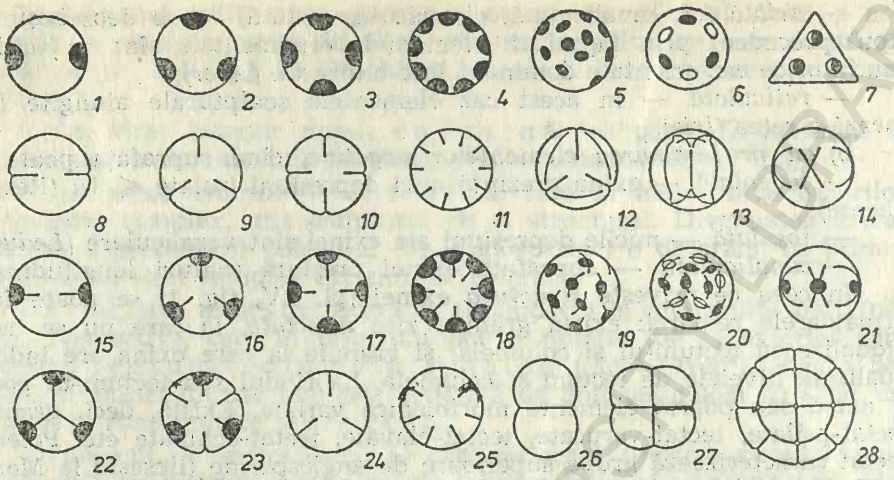


Fig. 59 — Principalele tipuri de polen de angiosperme (dicotiledonate):
1 — diporat; *2* — triporat; *3, 4* — stefanoporat; *5—7* — periporat; *8* — dicolpat; *9* — tricolpat; *10, 11* — stefanocolpat; *12—14* — pericolpat; *15* — dicolporat; *16* — tricolporat; *17, 18* — stefanocolporat; *19—21* — pericolporat; *22* — sincolpat; *23* — heterocolpat; *24, 25* — zonorat; *26* — diadă; *27* — tetradă; *28* — poliadă.

La dicotiledonatele cu 3 colpi aceştia sînt dispuşi echidistanţi pe meridiane, fiind perpendiculari pe ecuator.

Lungimea colpilor variază de la o specie la alta şi rareori ating polii (de ex. la *Schizandra*). Cei 3 colpi sînt observabili doar în poziţie polară; în poziţie ecuatorială sînt vizibili numai doi (al treilea se distinge doar prin transparenţă).

La dicotiledonatele tetracolpate colpii taie ecuatorul la distanţe egale; la polenul hexa- octo- deca- etc. colpat se constată, de asemenea, o dispoziţie riguros regulată a colpilor.

În sistematica morfologică a polenului, acest element este de mare valoare (fig. 60). De exemplu, în clasificarea lui Faegri-Iversen (1950) există cîteva grupe separate potrivit numărului şi dispoziţiei colpilor: Monocolpate, Dicolpate, Tricolpate, Stephanocolpate etc. Pentru polenul precuaternar, T h o m s o n şi P f l u g (1953) au introdus genul morfologic *Monocolpopollenites*, la care se încadrează un mare număr de forme de polen de monocotiledonate şi gimnosperme[1].

Porii sînt mici deschizături în exina granulelor de polen, ce reprezintă orificiul de ieşire a tubului polinic. Alături de colpi, porii reprezintă un alt element morfologic de o deosebită importanţă în sistematica palinologică.

Polenul de dicotiledonate, aşa după cum am mai arătat, are un număr variabil de pori, dar numărul, ca şi forma lor, rămîn caractere stabile la nivel de gen şi chiar familie.

[1] În timpul din urmă tot mai multe forme de polen terţiar monocolpat este redistribuit în cadrul altor genuri morfologice, cu conţinut mai restrîns, *Sabalpollenites*, *Arecipites* etc.

FAEGRI ŞI IVERSEN 1950 IVERSEN ŞI TROELS-SMITH 1950	ERDTMAN 1952	POZIŢIA APERTURII					SUBDIVIZIUNI	
		POLAR (proximal)	POLAR (distal)	ZONAL	GLOBAL	NECUNOSCUT		
	monolet						monolet	BRYOPHYTE PTERIDOPHYTE
	trilet						trilet	
	hilat						cataporat	
colpat p.p	sulcat						anacolpat	GYMNOSPERME MONOCOTYLEDONATE
porat p.p	ulcerat						anaporat	
colpat p.p stephanocolpat	colpat						zonicolpat	DICOTYLEDONATE
porat p.p stephanoporat	porat						zoniporat	
pericolpat	rugat						pancolpat	
periporat	forat						panporat	
colpat							colpat	
porat							porat	

Fig. 60 — Principalele tipuri de aperturi la spori şi polen în diverse sisteme de clasificare.

Poziţia porilor este constantă pentru o specie dată. Pentru granulele de polen monoporat, porul este situat, de obicei, pe faţa distală. Pentru polenul tri- şi tetraporat şi, în general, multiporat, porii sînt dispuşi, de obicei, echidistant pe ecuator. La *Ulmus*, însă, nu există o dispunere echidistantă, iar la *Carya* şi *Juglans* porii sînt deplasaţi spre partea proximală. La polenul colpat, porii (cînd există) sînt situaţi, de obicei, spre centrul colpilor. Porii pot să fie „incluşi" sau „excluşi" în cadrul colpilor, după cum porii sînt cuprinşi sau depăşesc aceşti colpi.

În plan, porul se prezintă, de obicei, ca o deschidere rotundă ± ovală — este, de fapt, *apertura* (sau deschizătura propriu-zisă) a porului. De cele mai multe ori apertura are un contur dublu, datorită lăţimii diferenţiate a canalului la diferite nivele ale exinei. Secţiunea maximă se observă prin transparenţă şi corespunde conturului exterior, pe cînd secţiunea minimă corespunde conturului interior. De cele mai multe ori marginile aperturii sînt netede, alteori uşor denticulate şi chiar îngroşate (la unele specii de *Cornus, Rhus* etc.).

În funcţie de dispunerea straturilor de exină în jurul porilor, aceştia pot fi atribuiţi la două grupe:

— *pori acameraţi* (avestibulaţi), care sînt formaţi din unul sau mai multe straturi de exină, fără să ducă la o dedublare a porului. În acest caz, se distinge *canalul porului*, ce poate fi: drept, conic, discoidal etc. (pl. LV, fig. 2, 3). Porii acameraţi pot avea o constituţie destul de diferită: exina păstrează aceeaşi grosime şi orientare şi în zona porului

(Urtica), exina se subțiază ușor spre por și se ridică în sus ca un guler *(Carpinus)* etc.;

— *pori camerați* (vestibulați), la care se individualizează un spațiu liber între două straturi ale exinei, numit *camera* (vestibulul) *porului.* Această cameră poate avea forme diferite: lenticulară *(Fagus silvatica)*, de con răsturnat *(Alnus)* etc. (pl. LV, fig. 4). La porii camerați endexina se poate întrerupe sau poate căptuși fundul vestibulului.

Cît privește porii camerați, așa după cum se vede în pl. LV, fig. 5, structura lor este mai complicată ca la tipul precedent. Cea mai complexă structură se realizează în cadrul grupei *Normapolles* (grupă fosilă caracteristică cretacicului și eocenului).

6.2.2. PRINCIPALELE TIPURI MORFOLOGICE ALE POLENULUI DE ANGIOSPERME

Există diferite sisteme morfologice care tind să încadreze tipurile morfologice ale polenului actual și fosil aparținînd angiospermelor. Dintre cele mai cunoscute sisteme morfologice amintim ca fiind mai cunoscute cele întocmite de Faegri-Iversen (1950), Erdtman (1954), Erdtman-Straka (1961), Straka (1964) ș.a. Astfel de clasificări țin cont de prezența sau absența porilor și colpilor, de numărul și modul lor de dispunere etc.

Din cadrul acestor tipuri morfologice vom menționa șapte, ca fiind mai frecvente:

— polen fără colpi și pori — *inaperturat (Laurus, Populus);*

— polen cu un por — *monoporat* (Gramineae, Cyperaceae);

— polen cu un colpus — *monocolpat (Magnolia, Liriodendron, Nymphaea);*

— *polen cu 3 colpi — tricolpat (Quercus)* sau mai mulți — *stephanocolpat, pericolpat;*

— polen cu 3 pori — *triporat (Betula)* sau mai mulți — *stephanoporat, periporat;*

— polen cu 3 colpi și 3 pori — *tricolporat (Fagus, Nyssa, Aralia),* cu 4 colpi și 4 pori — *tetracolporat* (Sapotaceae), respectiv cu mai mulți colpi și pori — *stephanocolporat, pericolporat.*

În ceea ce privește clasificările morfologice ale polenului precuaternar, vom aminti că Thomson-Pflug (1952) au inventariat o bună parte din tipurile de polen recuperat din terțiarul Europei, uzînd de un sistem morfologic unitar. Astfel, grupa Pollenites este împărțită în subgrupe (turma): I. Bilateres, II. Inapertures III. Saccites, IV. Brevaxomes, V. Asymetres, VI, Longaxones, VII. Massuloides. În cadrul turmelor amintite, Thomson și Pflug au separat mai multe forma-genuri. De exemplu, în cadrul turmei Longaxones au fost separate morfo-genurile: *Tricolpopollenites, Tricolporopollenites, Tetracolporopollenites, Periporopollenites.*

În anii de pe urmă, însă, în lucrările palinologice privind terțiarul se folosește tot mai mult clasificarea Woodhouse-Potonié, care este tot o clasificare morfologică, dar denumirile generice derivă de la genul botanic cu caractere morfo-structurale mai apropiate de respectivul polen fosil. Bazele acestei clasificări au fost puse îndeosebi de R. Woodhouse și R. Potonié (spre mijlocul veacului nostru), fiind com-

pletată prin lucrări mai noi, semnate de W. Krutzsch, E. Nagy ș.a. Mai departe vom stărui asupra cîtorva genuri morfologice aparținînd angiospermelor fosile.

Dicotyledonopsida

Magnoliaepollenites (pl. LVI, fig. 1—5, 7, 9—10) cuprinde forme de polen monocolpat, de dimensiuni medii sau mari (40—90 μ), cu exina intrapunctată. (Atragem atenția că genul morfologic amintit — *Magnoliaepollenites* Nagy 1969 — rămîne valid față de *Magnolipollis* Krutzsch 1970).

Liriodendroipollis (pl. LVI, fig. 6, 8, 11) este foarte asemănător cu genul precedent, dar are suprafața verucată pînă la semiverucată.

Liquidambarpollenites (pl. LVII, fig. 1) este reprezentat prin granule de polen rotund, multiporat cu exina baculată (∅~40 μ). Polenul este lipsit de colpi.

Ulmipollenites (pl. LVII, fig. 3) are polenul poligonal-rotunjit, cu 4—5 pori și suprafața rugulată (∅ 25—35 μ). Diferitele specii sînt adeseori citate din formațiuni oligocen-neogene. Alte forma-genuri de ulmacee descrise din depozite neogene sînt *Celtipollenites* (pl. LVII, fig. 2), *Zelkovaepollenites* (pl. LVII, fig. 4).

Faguspollenites (pl. LVII, fig. 5) grupează polen sferoidal, cu contur rotunjit (∅ 24—80 μ), tricolporat. Exina este granulată.

Quercoipollenites (pl. LVII, fig. 6, 7) cuprinde granule prolate, subprolat-sferoidale, tricolporate sau tricolpate. Suprafața este în general ornamentată (granulată).

Alnipollenites (pl. LVII, fig. 8—9) apare de obicei în poziție polară, fiind cu contur poligonal (de cele mai multe ori cu 4—5 laturi). Diferitelor forme le sînt caracteristice „arcurile" ce leagă cîte doi pori (se pare că acestea se datoresc îngroșării locale a ectexinei). Suprafața exinei este netedă. Regiunea porală este destul de caracteristică: stratul exterior (ectexina) se îngroașă puternic și se ridică formînd o proeminență deasupra suprafeței granulei; stratul interior (endexina) conservă grosimea și orientarea sa. Ridicarea ectexinei (de pe endexină) în zona porală formează un vestibulum de forma unui con răsturnat.

Betulaepollenites (pl. LVII, fig. 10, 12) are polenul triporat și în preparatele polinice apare mai ales în poziție polară (triunghiular-rotunjit) (16—35 μ). Exina este netedă și ectexina este fie mai groasă ca endexina sau cele două straturi sînt de grosimi asemănătoare. Constituția porilor este caracteristică; exina se îngroașă spre pori, se dedublează spre extremități, apărînd în zona porală ca „două guri de șarpe față în față".

Carpinuspollenites (pl. LVII, fig. 14) are granulele 3—4-porate, cu exina fin granulată și laturile ușor convexe. Exina este formată din două straturi, dar endexina foarte fină nu este totdeauna ușor observabilă. Exina (care nu se îngroașă în zona porală) se ridică vizibil deasupra conturului general al granulei.

Myricipites (pl. LVII, fig. 11, 13, 15) are o mare varietate de forme, cu o largă răspîndire în paleogenul și miocenul inferior. Polenul are contur triunghiular sau triunghiular-rotunjit. Exina este fin granulată și se îngroașă în regiunea porilor, în schimb endexina este subțire și dis-

pare în zona porală. Dealtfel, constituția porilor este un element foarte caracteristic.

Juglanspollenites (pl. LVII, fig. 17) are granulele de polen sferoidal-aplatizate și apar de obicei în poziție polară (ca un poligon rotunjit). Polenul este poliporat (5—30) cu ∅ de 25—60 μ. Dispoziția porilor este foarte caracteristică; majoritatea se găsesc dispuși pe ecuator și ușor deplasați spre fața proximală dar se găsesc și pori spre centru. Exina este groasă, de obicei fin granulată.

Pterocaryapollenites (pl. LVII, fig. 18), la fel ca și genul precedent, aparține grupei de polen de talie mare (27—34 μ), dar în acest caz porii (în număr de 5—8) sînt echidistanți pe ecuator și se găsesc pe ambele fețe ale granulei (distală și proximală).

Caryapollenites (pl. LVII, fig. 19) înglobează granule cu contur triunghiular-rotunjit, cu 3 pori situați doar pe partea proximală (25—50 μ).

În afară de aceste tipuri de polen, juglandaceele terțiare mai sînt reprezentate și prin granule de talie mică *(Engelhardtioidites, Platycaryapollenites* ș.a.).

Chenopodipollenites (pl. LVIII, fig. 1) are granulele sferoidale, poliporate, cu ectexina baculată.

Salixpollenites (pl. LVIII, fig. 2—3) are conturul oval, cu trei colpi vizibili. Suprafața exinei este reticulată, cu alveolele angulare, ce se subțiază treptat spre colpi. Diferitele specii, întîlnite îndeosebi în a doua parte a neogenului, au axa polară de 18—28 μ, iar axa ecuatorială de 10—15 μ.

La *Ericipites* (pl. LVIII, fig. 4) se încadrează tetrade de polen ale diferitelor ericacee. Acestea au ectexina baculată, fiind de diferite mărimi, în funcție de speciile morfologice (25—30—55 μ).

Tiliaepollenites (pl. LVIII, fig. 6) are trei pori ecuatoriali și echidistanți în fosete profunde, alungite meridian. Au contur circular pînă la triunghiular-rotunjit. Constituția zonei porale este foarte caracteristică; endexina, mezexina și ectexina participă în mod evident. Fiecărui orificiu îi corespunde un vestibul conic, baza conului fiind orientată spre centrul granulei. Pereții porilor sînt formați din mezexină, care umple spațiul liber între endexină și ectexină.

Myrtaceidites (pl. LVIII, fig. 7—9) are contur triunghiular, cu trei pori situați în colpi scurți și puțin evidențiați. Adeseori porii sînt uniți prin „arcuri" (asemănători și de aceeași origine ca la *Alnus*). Palinologii mai consemnează ca trăsături caracteristice: umflarea exinei în jurul porilor și marginile lor foarte apropiate. Se întîlnește în depozite ale cretacicului, paleogenului și mai rar în miocen.

Elaeagnacites (pl. LVIII, fig. 11, 13) are polenul triunghiular, cu porii camerați. Suprafața exinei: de la fin granulată la evident baculată. Acest polen terțiar de largă răspîndire este adeseori citat ca *Slovakipollis*.

La *Proteacidites* se încadrează polen triunghiular, cu terminațiile cîteodată umflate. Granulele au 2—3 pori, dar sînt lipsite de colpi. Exina poate să fie netedă, granulară, reticulară sau spinoasă. Diferitele specii sînt descrise din cretacic și paleogen.

Aceripollenites (pl. LVIII, fig. 10) este un polen tricolpat, cu suprafața exinei baculată, întîlnit mai ales în depozite neogene.

Nyssapollenites (pl. LVIII, fig. 12, 16, 17) include polen prolat, sferoidal, tricolporat, cu exina fin intragranulată (axa polară 20—30 μ, axa ecuatorială 25—40 μ). În poziție polară are contururi triunghiular-rotunjite, cu îngroșări în regiunea polară foarte nete; în poziție ecuatorială polenul are forma unei elipse largi.

Araliaceoipollenites (pl. LVIII, fig. 14—15) definește mai multe forme de polen, care sînt totdeauna tricolporate, cu ectexina baculată, colpii bine individualizați în regiunea ecuatorială. În general, au dimensiuni de 25—50 μ.

Ilexpollenites (pl. LVIII, fig. 20) se referă la granule de polen tricolporat, ± sferoidale, cu exina acoperită de elemente clavate.

Cyrillaceaepollenites este un polen tricolporat, prolat, sferoidal, de dimensiuni în general mici (9—15—30 μ). Diferitele specii apar cu frecvență mai ridicată în depozite paleogene, respectiv prima parte a miocenului.

Symplocospollenites este prezent, prin mai multe specii, îndeosebi în depozite paleogen-miocene. Polenul este triporat, cu vestibulul bine individualizat. Suprafața exinei este foarte fin rugulată.

Sapotaceoidaepollenites este prezent, prin mai multe specii, îndeosebi în formațiuni paleogene și prima parte a miocenului. Polenul este tetracolporat cu suprafața exinei foarte fin intragranulată.

Tubulifloridites este un forma-gen cu un conținut destul de larg, ce ar corespunde mai multor genuri botanice din subfamilia Tubuliflorae (familia Compositae).

Artemisiaepollenites (pl. LVIII, fig. 21) se referă la polen mic (20—25 μ), tricolporat, cu exina fin baculată. Apare masiv la anumite nivele ale terțiarului (de exemplu în badenian) sau în cuaternar, corespunzînd unor etape de degradare silvestră.

Monocotyledonopsida

Arecipites (pl. LVIII, fig. 18—19, 22—23 — pl. LIX, fig. 1—6). este un forma-gen la care se atribuie polen monocolpat de palmieri. Granulele sînt eliptice, subprolate, prolate, cu suprafața evident ornamentată (reticulum).

Polenul elipsoidal pînă la subrotund, cu suprafața echinată, de tip *Nypa* se încadrează la *Spinizonocolpites*. Este frecvent în depozite eocene (pl. LIX, fig. 7—9).[1]

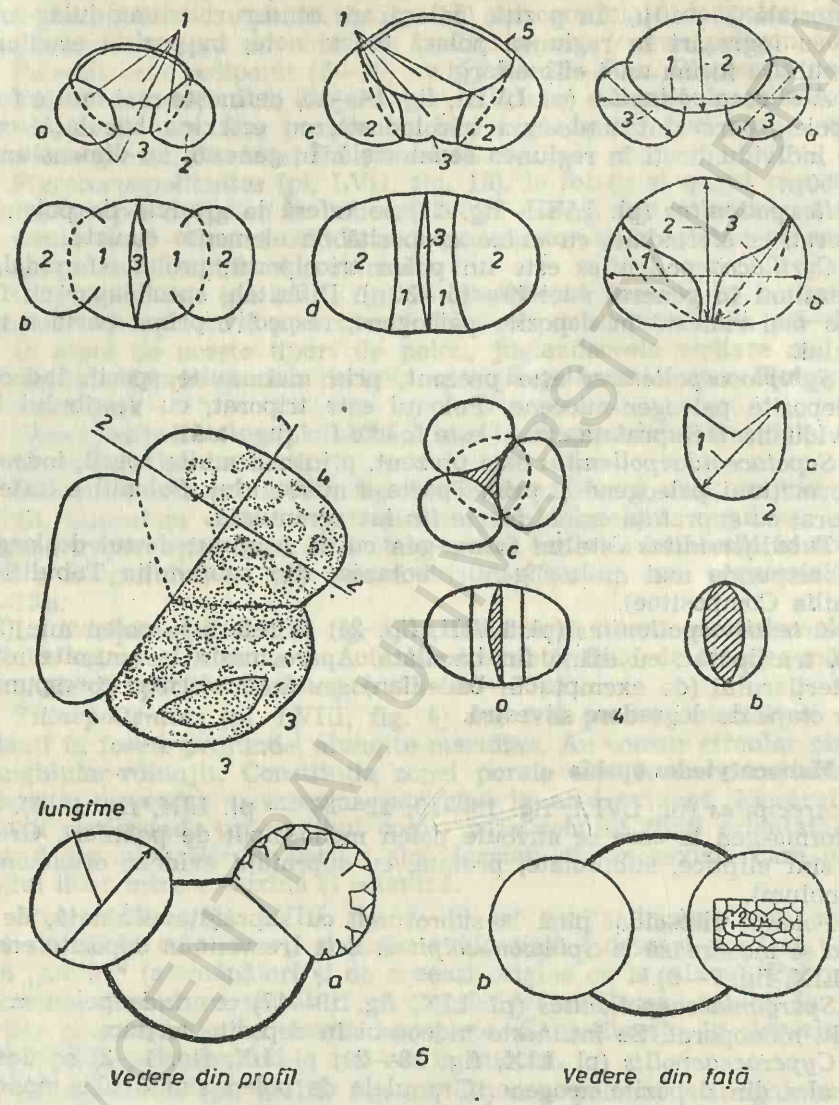
Sparganiaceaepollenites (pl. LIX, fig. 10—17) cuprinde polen ± rotunjit, monoporat. Se întîlnește îndeosebi în depozite terțiare.

Cyperaceaepollis (pl. LIX, fig. 18—21; pl. LX, fig. 1—2) se descrie mai ales din depozite neogene. Granulele de polen sînt ovale, monoporate, cu suprafața granulată.

Graminiidites (pl. LX, fig. 3) are granulele monoporate, ce se remarcă printr-un por dublu foarte evident.

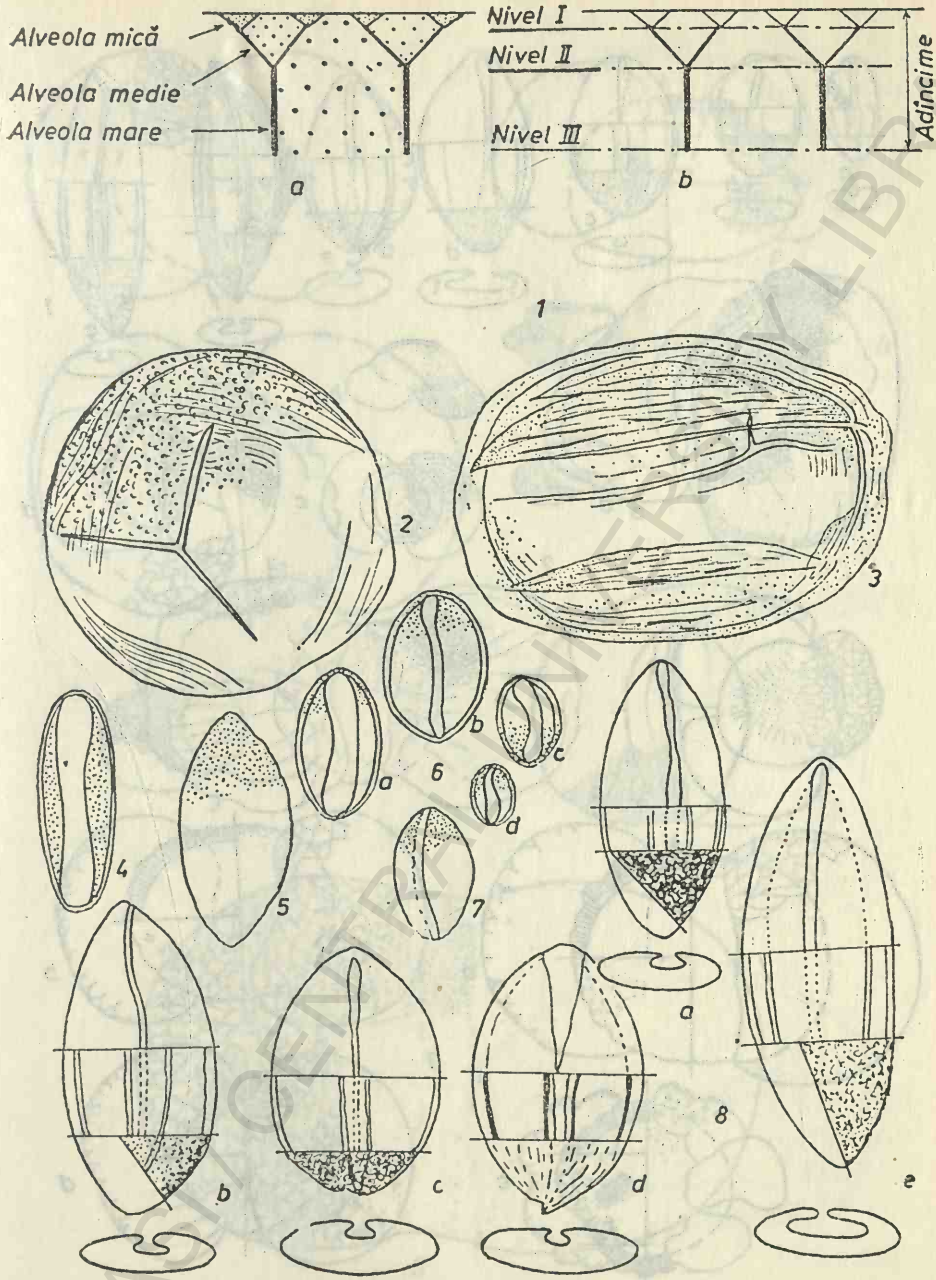
Polenul de liliacee se încadrează la genurile *Liliacidites* și *Liliipollis*. Acesta din urmă este asemănător cu polenul de *Lilium*.

[1] Durand S., Olivier-Pierre M., „Observations nouvelles sur la présence du pollen de palmier Nypa", Bull. Soc. Géol. minéral., Bretagne, I, 1, Rennes, 1969.



Planșa XLVI — Elemente morfologice la polen:
1 — polen bisacat de conifere (*a* — vedere laterală a polenului de *Pinus* tip *diploxylon*; *b* — vedere distală, polară a aceluiași tip de polen; *c* — vedere laterală a polenului de *Pinus* tip *haploxylon*; *d* — vedere distală, polară; *1* — corp central; *2* — saci aeriferi; *3* — fisura; *4* — calota, scutul și discul; *5* — creasta); *2* — schema modului de măsurare a diferitelor dimensiuni la polenul de conifere (*a* — *Abies*; *b* — *Picea*; *c* — *Juniperus*; *1* — lungimea totală a granulei; *2* — înălțimea corpului; *3* — înălțimea sacilor aeriferi); *3* — poziția granulelor de polen într-o tetradă (*1* — axa polară; *2* — ecuatorul; *3* — latura, partea proximală; *4* — latura, partea distală); *4* — diferite forme de fisuri la unele tipuri de polen de gimnosperme (*a* — alungit -îngustată; *b* — eliptică; *c* — triunghiulară); *5* — schema structurii alveolare a unui sac aerifer văzut din profil (*A*) și din față (*B*).

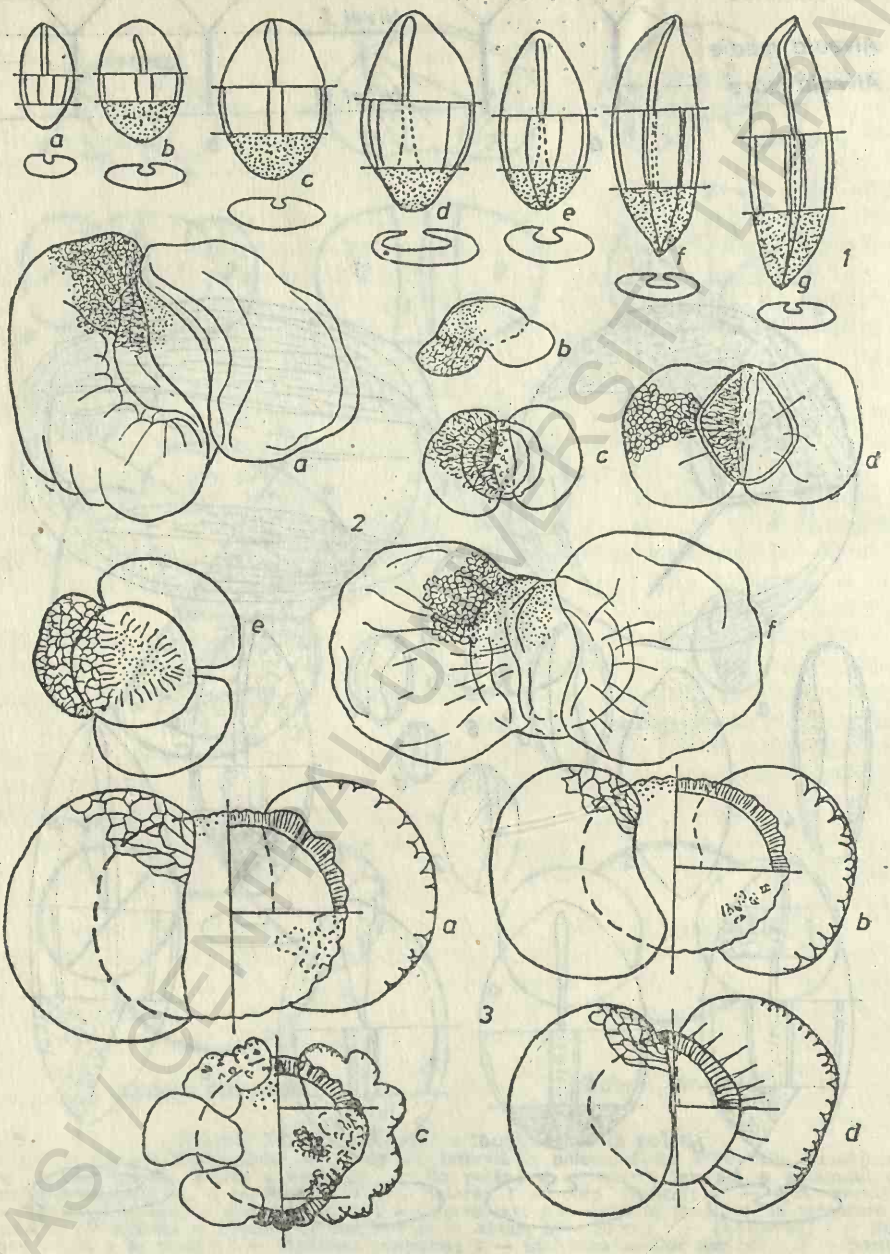
BCU CENTRAL UNIVERSITARY



Planșa XLVII — Polen:

1 — schema structurii alveolare a unui sac aerifer (*a* — detaliul structurii alveolare, în profil, într-o secțiune optică arătînd diferite tipuri de alveole; *b* — detaliul structurii alveolare, în profil, într-o secțiune optică, arătînd diferite niveluri ale structurii); *2* — microspor de *Crossotheca*, carbonifer; *3* — microspor de *Whittleseya elegans*, carbonifer inferior; *4, 5* — polen de *Bennettitales* din cretacicul inferior; *6* — polen de *Cycas*, jurasic; *7* — polen de tip *Ginkgo*, jurasic; *8 a—e* — tipuri de polen de *Cycadopites*, terțiarul din Europa.

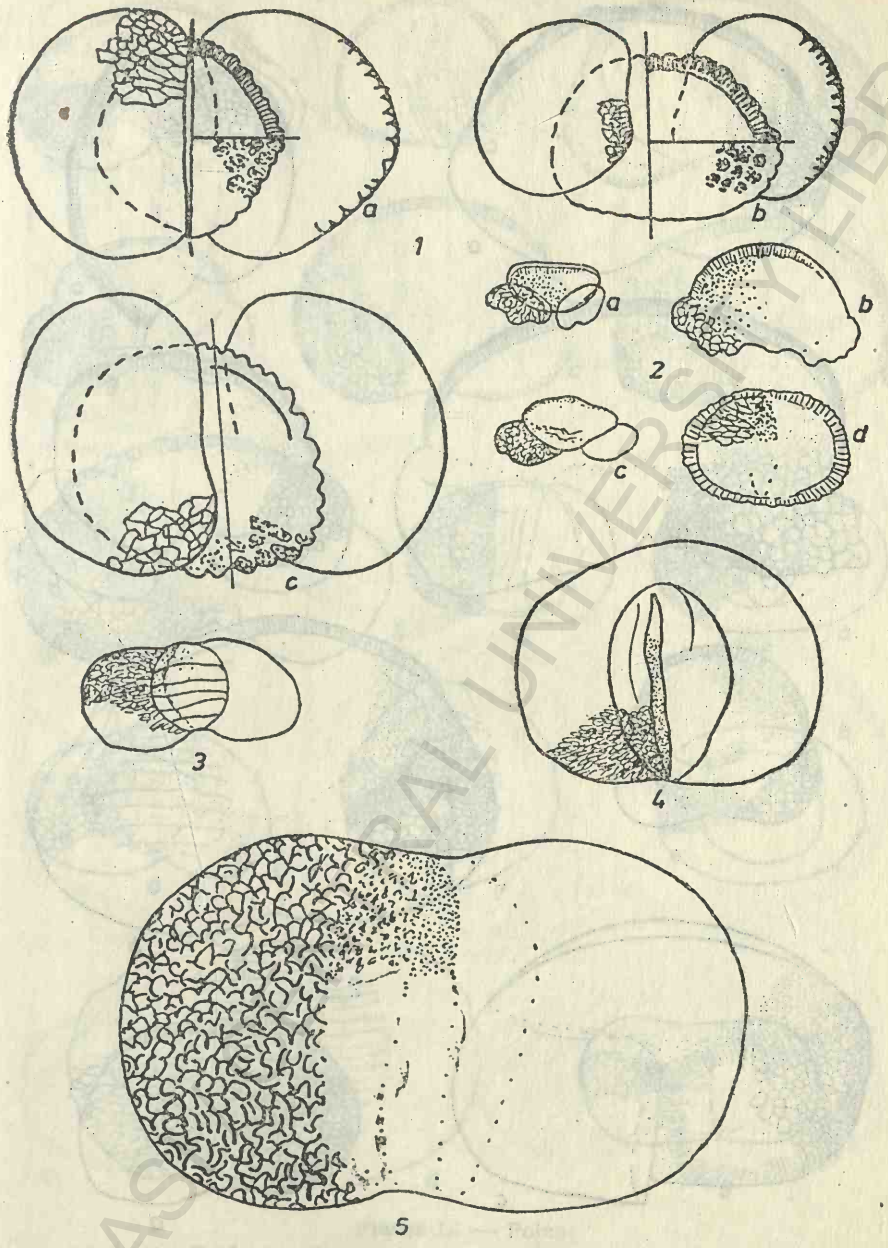
BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY



Planșa XLVIII — Polen:

1 a—g — diferite tipuri de polen de *Cycadopites* din terțiarul Europei; *2* — polen de tip *Podocarpus* (*Podocarpidites*) din cretacic (*a, b, e, f*) și jurasic (*c—d*); *3* — diferite specii de *Podocarpidites* din terțiarul Europei (*a — P. nageiaformis; b — P. piniverrucatus; c — P. embryonalis; d — P. libellus*).

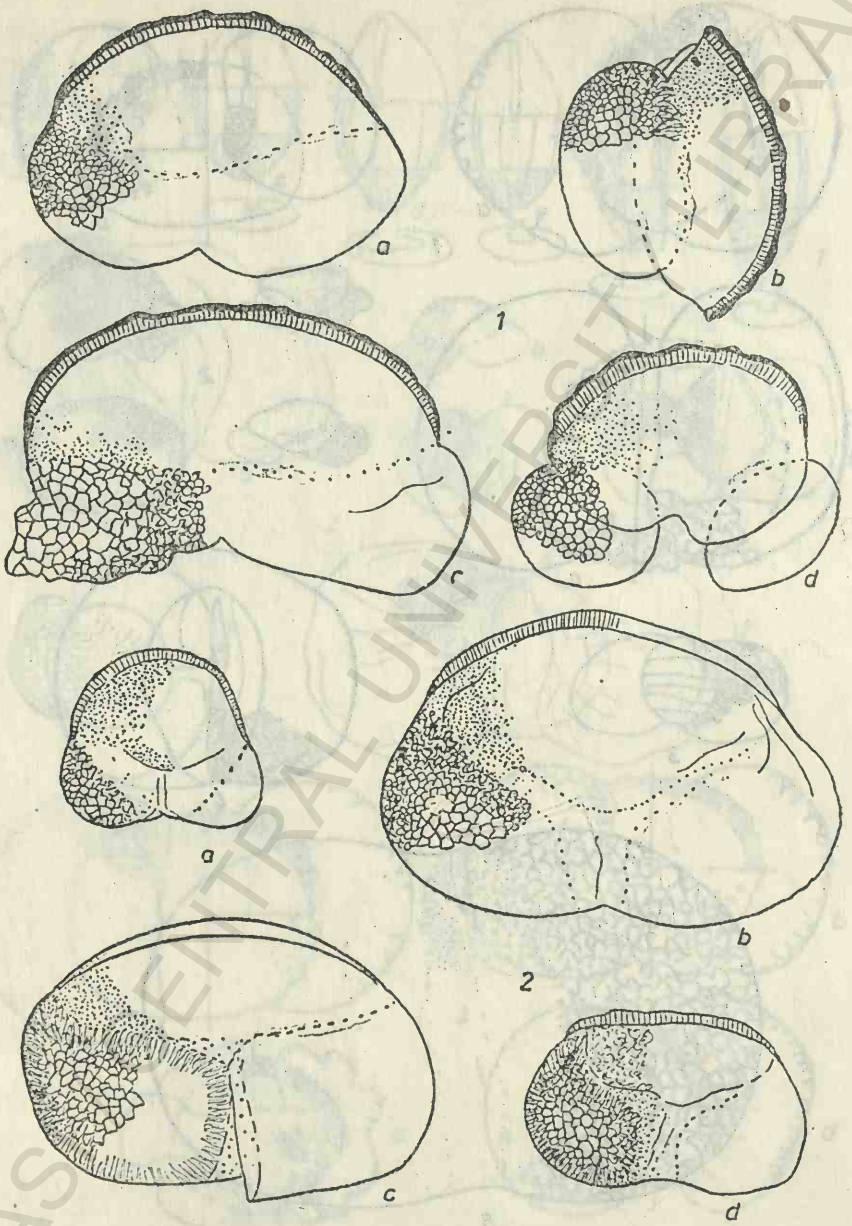
BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa XLIX — Polen:

1 — specii de *Podocarpidites* din terţiarul Europei (*a* — *P. podocarpoides*; *b* — *P. verruculatus*; *c* — *P. eocaenicus*); *2* — polen de tip *Dacrydium* din terţiar (*a*, *c*), cretacic (*b*) şi jurasic (*d*); *3*—*5* — tipuri de polen atribuit familiei Podocarpacee (*3* — *Striatopodocarpidites*, permian; *4* — *Protopodocarpus*, jurasic; *5* — *Pseudopodocarpus*, jurasic).

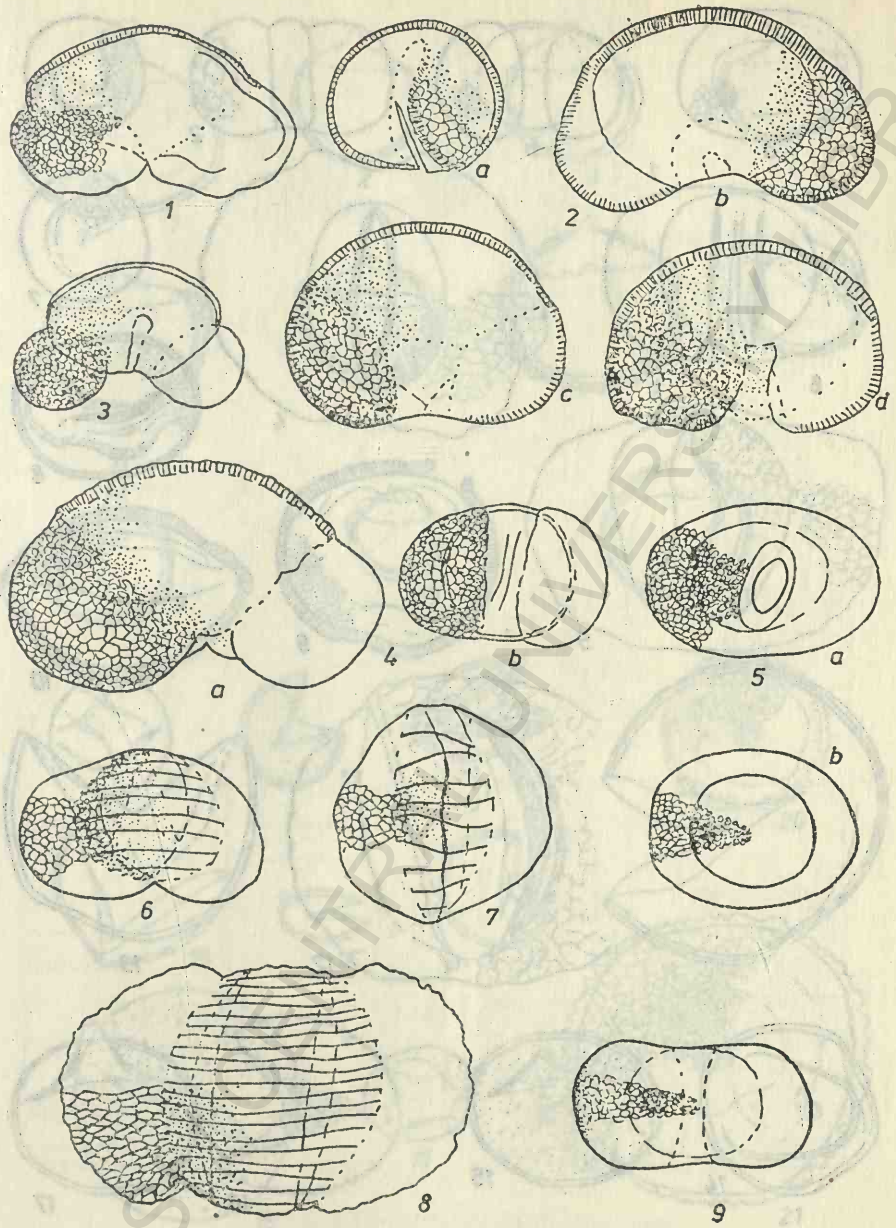
BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa L — Polen:

1 — polen de tip *Abies (Abiespollenites)* din cretacic (*a*, *c*) și pliocen (*b*, *d*); *2* — polen de tip *Picea (Piceapollenites)* din pliocen (*a*); miocen (*b*); cretacic (*c*); jurasic (*d*).

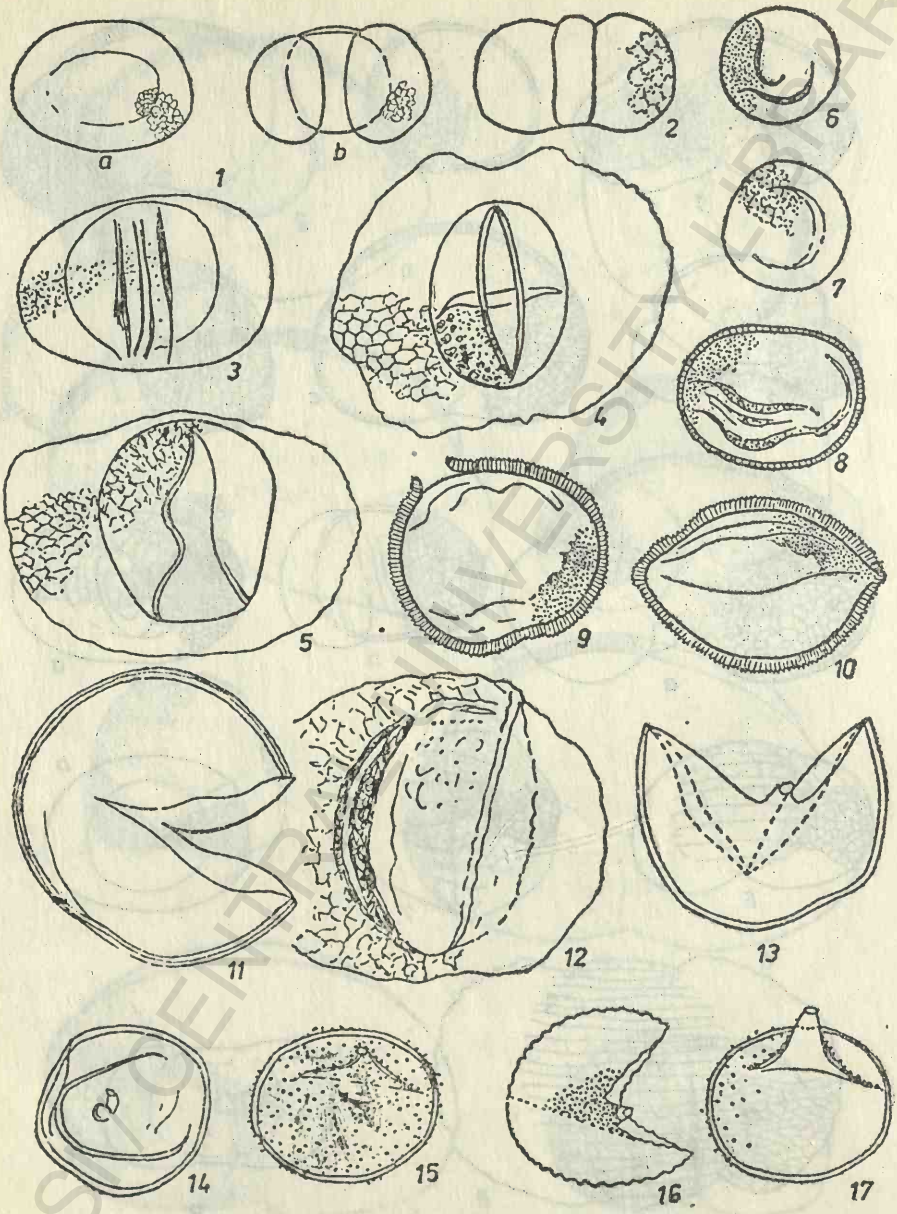
BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LI — Polen:

1 — polen de tip *Keteleeria*, oligocen; *2* — polen de tip *Cedrus (Cedripites)*, *pliocen* (*b*); oligocen (*d*); cretacic (*a, c*); *3* — polen de *Pinus* tip *diploxylon*, pliocen; *4* — polen de tip *Pinus haploxylon*, miocen (*a*), pliocen (*b*); *5* — polen de *Lebachia*, permian (*a* — *L. piniformis; b* — *L. hypnoides*); *6—8* — polen din permian atribuit familiei Pinaceae (*6* — *Striatopinites; 7* — *Striatopiceites; 8* — *Striatoabietites*); *9* — polen de *Ullmannia* (Voltziaceae), permian.

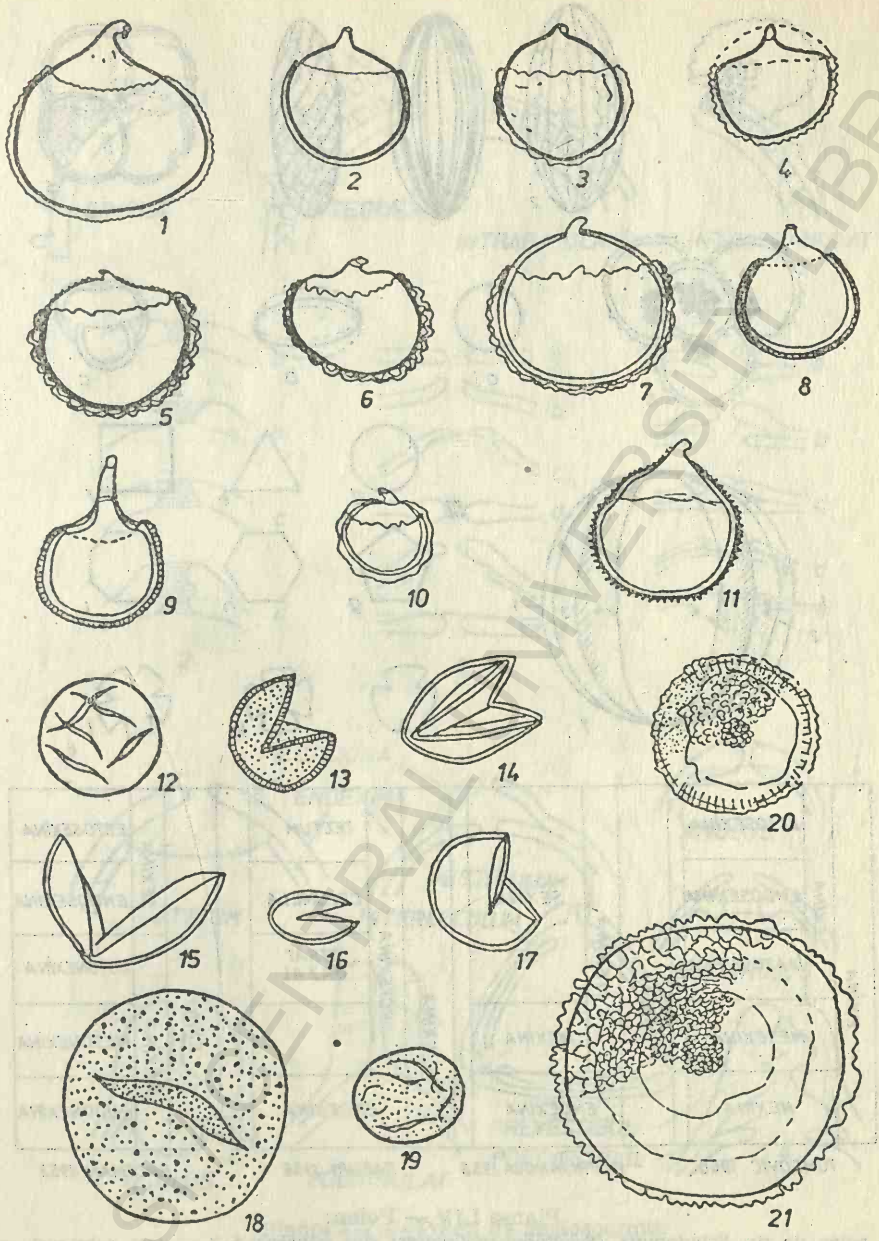
BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LII — Polen:

1 a—b — polen de *Ullmannia*, permian; *2* — polen de *Caytonanthus*, liasic; *3* — *Pteruchus africans*, triasic mediu; *4, 5* — *Cordaianthus* „cu colpus" de tip monolet, namurian- westfalian A; *6—10* — polen de tip *Araucaria*, cretacic (*6—7*), jurasic (*8—10*); *11* — polen de tip *Larix*, din oligocen; *12* — *Complicatisaccus*, cenozoic; *13—17* — specii de *Inaperturopollenites*, din terţiarul Europei (*13* — *I. hiatus*; *14* — *I.* sp.; *15* — *I. concedipites*; *16* — *I. verrupapillatus*; *17* — *I.* sp.).

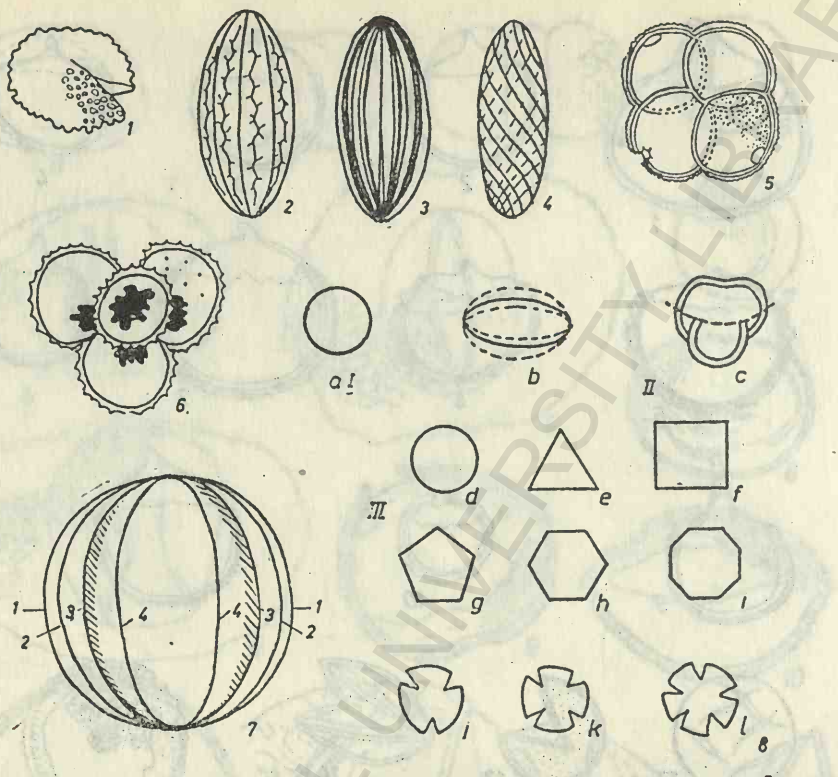
BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

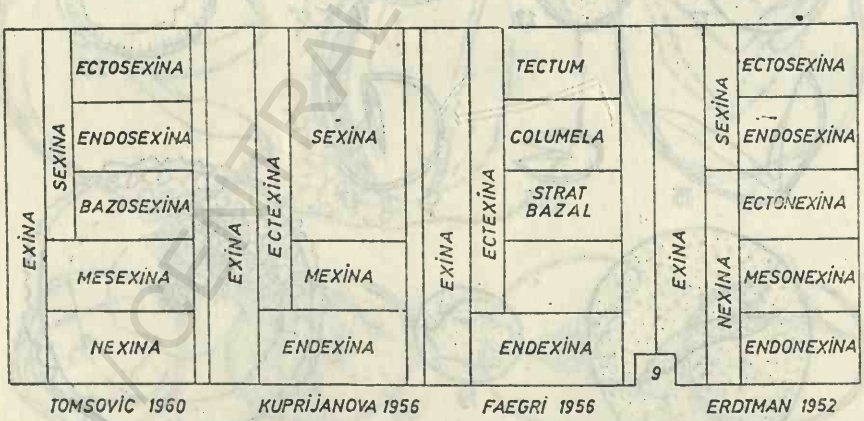


Planșa LIII — Polen:

1—11 — diferite specii de *Sequoiapollenites* din terțiarul Europei (*1* — *S. largus*; *2* — *S. polyformosus*; *3* — *S. gracilis*; *4* — *S. sculpturis*; *5* — *S. microligulus*; *6* — *S. rugulus*; *7* — *S. major*; *8* — *S. rotundus*; *9* — *S. megaligulus*; *10* — *S. minor*; *11* — *S. pilaeligulus*); *12—17* — polen atribuit genului *Cupressacites*, jurasic (*12*), oligocen (*13—15*), cretacic (*16, 17*); *18, 19* — polen de tip *Taxus*, cretacic (*18*), jurasic (*19*); *20, 21* — polen de tip *Tsuga* (*Tsugaepollenites*) din pliocen (*20*) și miocen (*21*).

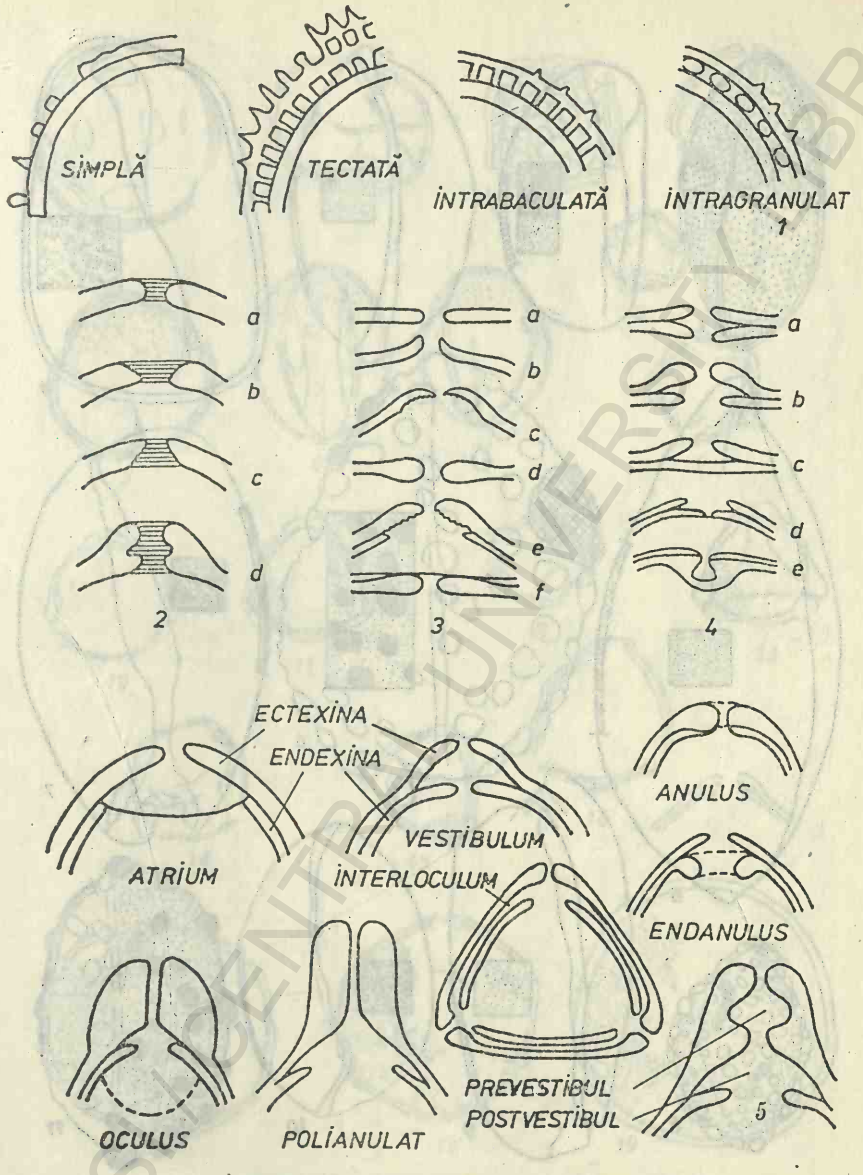
BCU A.S. CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY





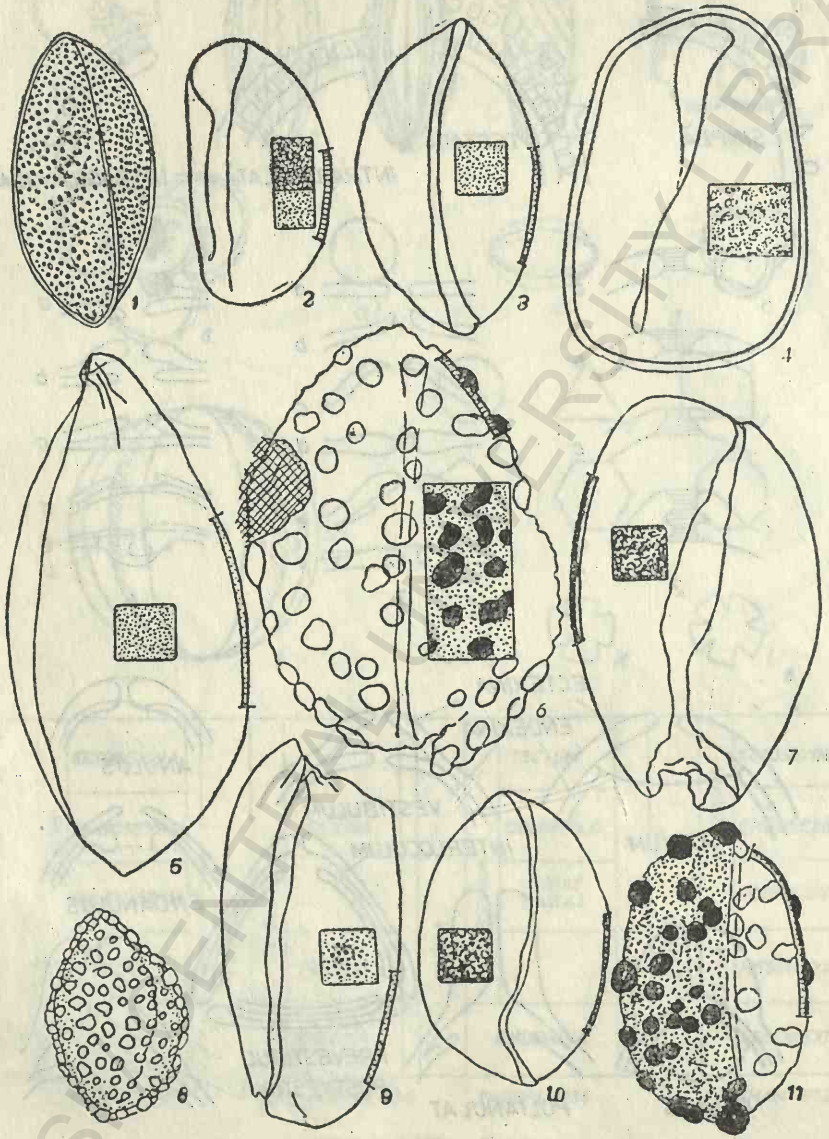
Planșa LIV — Polen:

1 — polen de tip *Sciadopytis* (*Sciadopytispollenites*) din miocen; *2—4* — trei subtipuri morfologice ale genului *Ephedripites*, cretacic-terțiar (*2* — *Ephedripites*; *3* — *Distachyapites*; *4* — *Spiralipites*); *5* — polen de *Typha* din pliocen; *6* — *Ercipites*, terțiar; *7* — reprezentarea grafică a claselor morfologice de polen (*I—I* — sferic; *1—2* — prolatsferoidal; *2—3* — subprolat (aproape oval); *3—4* prolat (oval); *4—4* — perprolat (oval-alungit); *8* — tipuri de forme de polen (*I—a* — în poziție ecuatorială — *a* — rotund; *b* — eliptic; *II* — în poziție înclinată; *c* — rotund; *III* — în poziție polară; *d* — rotund; *e* — triunghiular; *f* — pătrat; *g* — pentagonal; *h* — hexagonal; *i* — octogonal; *j* — trilobat-rotunjit; *k* — cvadrilobat-rotunjit; *l* — pentalobat-rotunjit); *9* — terminologia folosită în definirea exinei după diferiți autori.



Planșa LV — Polen de angiosperme:

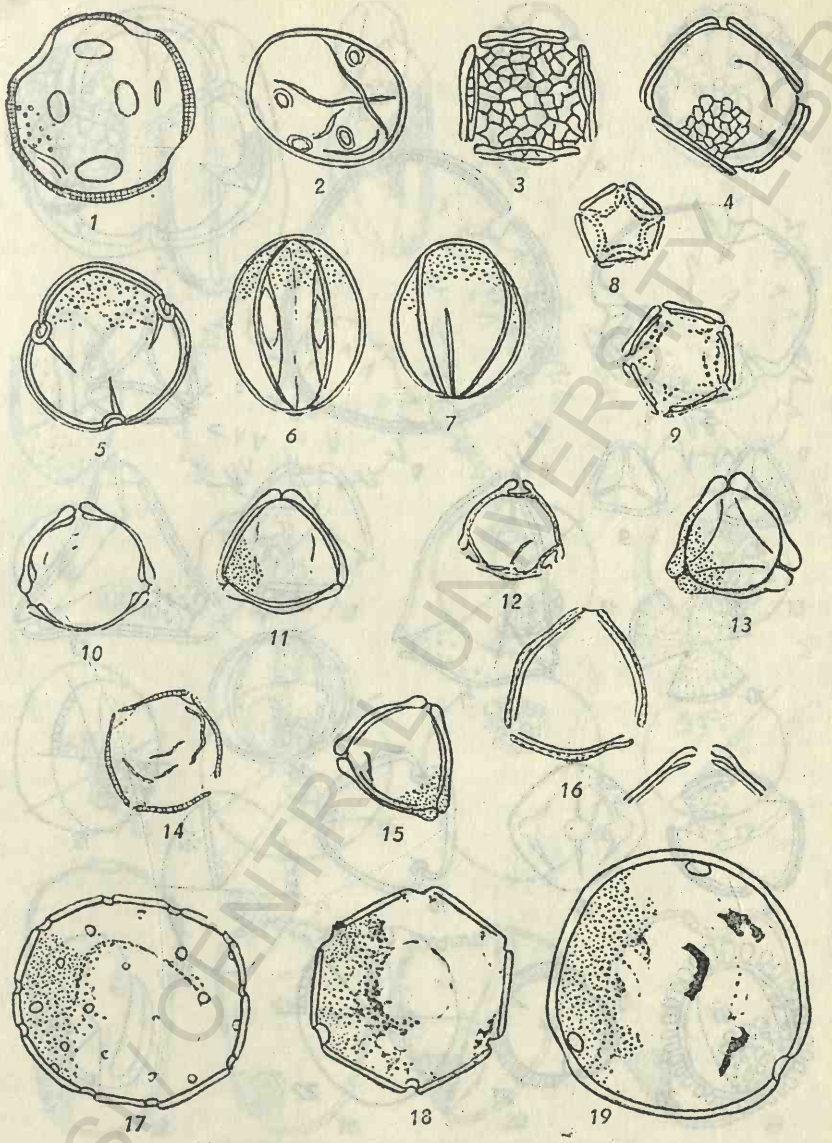
1 — diferite tipuri de structuri columelare în ectexină; *2* — forma canalelor de tip pori (*a* — drept, *Urtica*; *b* — conic, *Humulus*; *c* — conic — răsturnat, *Maclura*; *d* — discoidal, *Betula*); *3* — modul de alcătuire a porilor acamerați (*a* — *Urtica*; *b* — *Carpinus*; *c* — *Engelhardtia*; *d* — *Ulmus*; *e* — *Myrica*; *f* — *Nyssa*); *4* — modul de alcătuire a porilor camerați (*a* — *Fagus silvatica*; *b* — *Alnus*; *c* — *Fagus orientalis*; *d* — *Aralia*; *e* — *Tilia*); *5* — structuri complexe de pori din grupul Normapolles.



Planșa LVI — Polen de angiosperme:

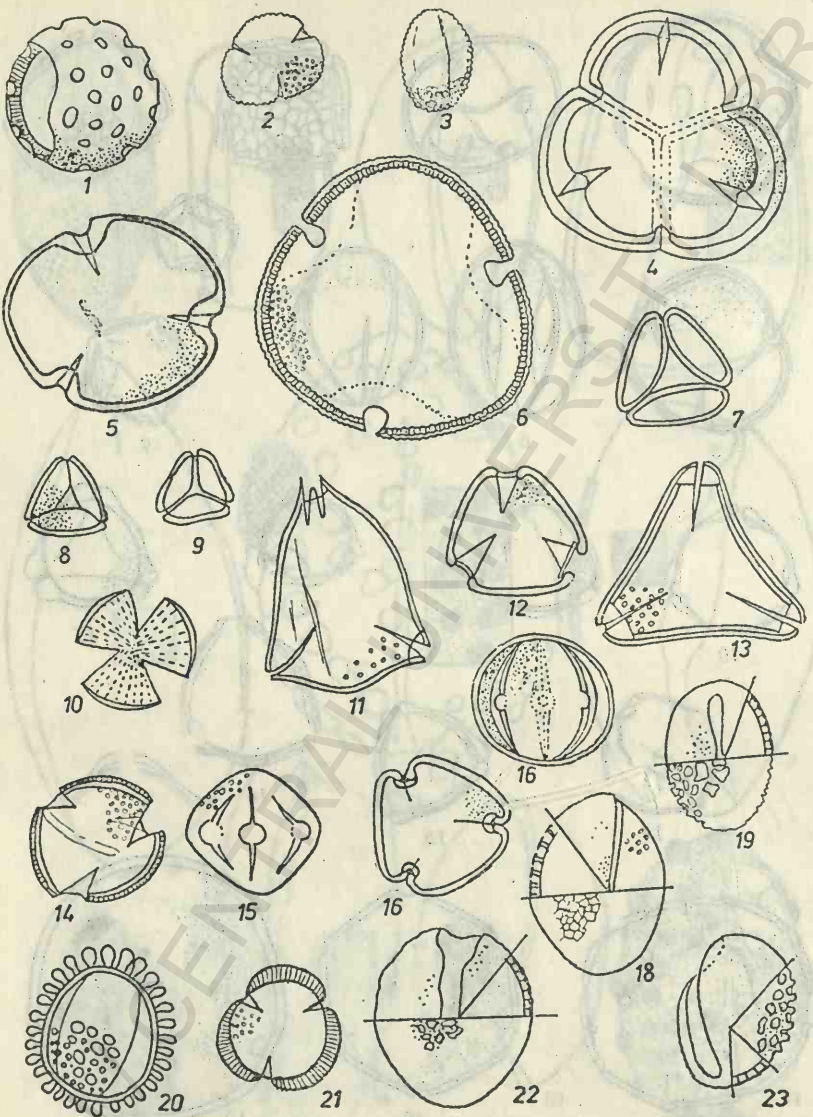
1 — polen de tip Magnolia, paleocen; *2—5, 7, 9, 10* — specii de *Magnoliaepollenites* din terțiarul Europei (*2* — *M. magnolioides; 3* — *M. micropunctatus; 4* — *M.* sp.; *5* — *M. megafiguratus; 7* — *M.neogenicus major; 9* — *M.graciliexinus; 10* — *M.neogenicus neognicus*); *8* — polen de tip *Liriodendron*, paleocen; *6, 11* — *Liriodendroipollis verrucatus*, cenozoic.

BCU SCIENTIFIC UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LVII — Polen de angiosperme:

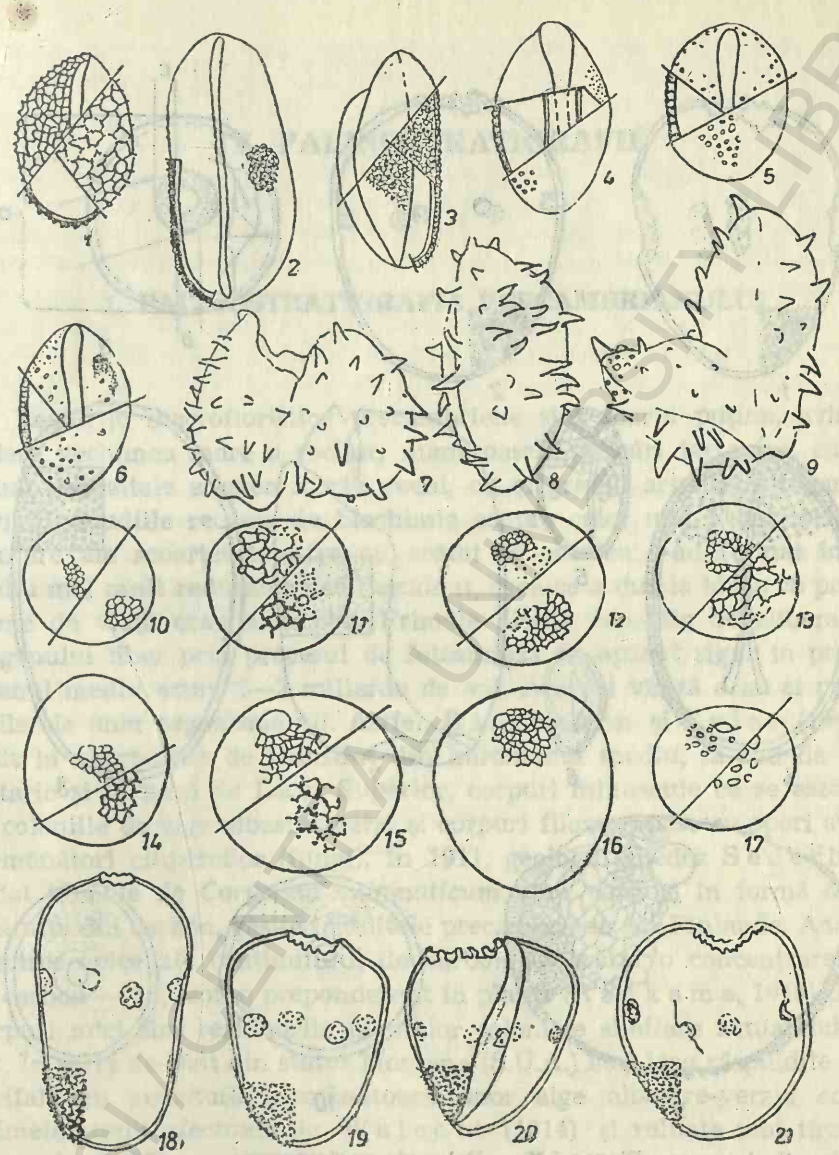
1 — *Liquidambarpollenites*, terţiar; *2* — *Celtispollenites*, terţiar; *3* — *Ulmipollenites*, terţiar; *4* — *Zelkovaepollenites*, terţiar; *5* — *Faguspollenites*, neogen; *6, 7* — *Quercoipollenites*, terţiar; *8, 9* — *Alnipollenites*, terţiar; *10, 12* — *Betulaepollenites*, terţiar; *11, 13, 15* — *Myricipites*, terţiar; *14* — *Carpinuspollenites*, terţiar; *16* — *Coryluspollenites*, neogen; *17* — *Juglanspollenites*, neogen; *18* — *Pterocaryapollenites*, terţiar; *19* — *Caryapollenites*, terţiar.



Planșa LVIII — Polen de angiosperme:

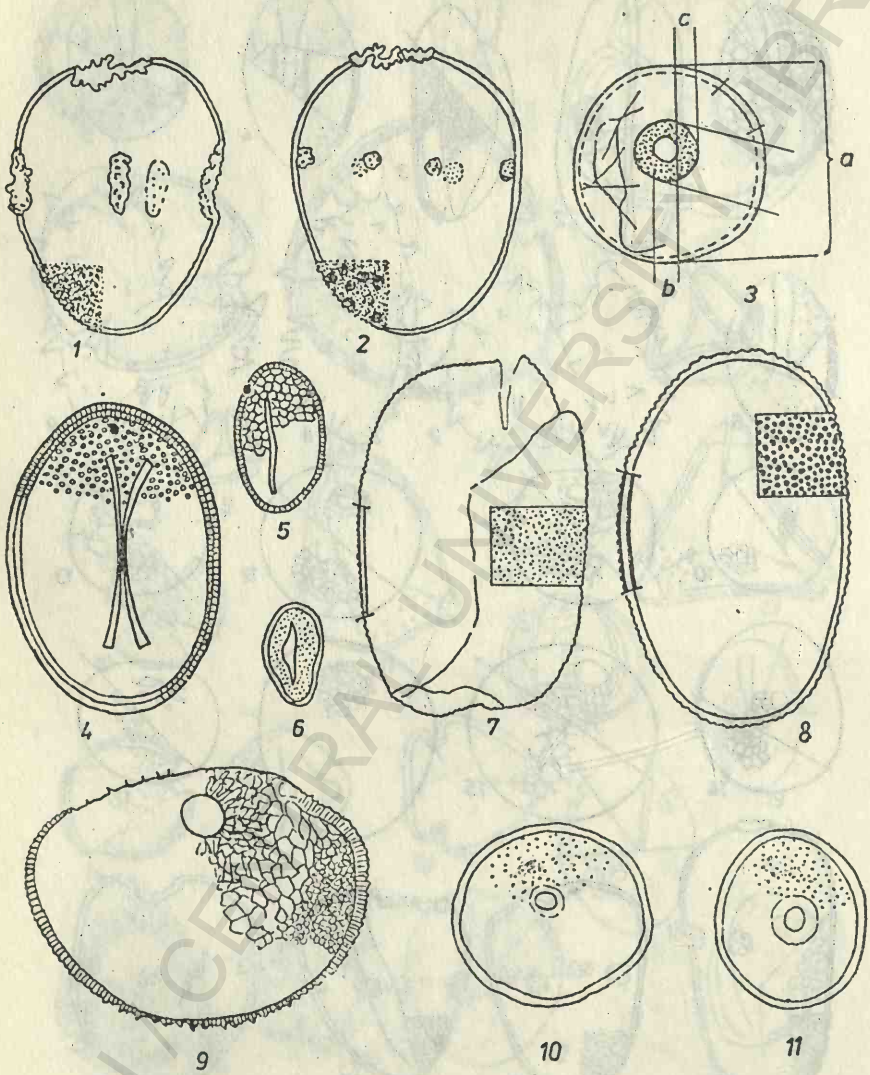
1 — *Chenopodipollenites*, terțiar; *2, 3* — *Salixpollenites*, pliocen; *4, 5* — *Ericipites*, terțiar: *6* — *Tiliaepollenites*, terțiar; *7—9* — *Myrtaceidites*, paleogen; *10* — *Aceripollenites*, neogen; *11, 13* — *Elaeagnicites*, terțiar; *12, 16, 17* — *Nyssapollenites*, terțiar; *14, 15* — *Araliaceoipollenites*, terțiar; *20* — *Ilexpollenites*, terțiar; *21* — *Artemisiaepollenites*, neogen; *18—19, 22—23* — specii de *Arecipites* din terțiarul Europei (*18* — *A. gossmarensis*; *19* — *A.* sp.; *22* — *A. papillosus*; *23* — *A. lusaticus*).

BCU SIBIU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LIX — Polen de angiosperme:

1—6 — specii de *Arecipites* din terțiarul Europei (*1* — *A.* sp.; *2* — *Arecipites* sp.; *3* — *A. klettwitzensis*; *4* — *A. longicolpatus*; *5, 6* — *A. butomoides*); *7—9* — polen de tip *Nypa*, eocen; *10—17* — specii de *Sparganiaceaepollenites* din terțiarul Europei (*10* — *S. polygonalis*; *11* — *S.* sp.; *12* —*S. sparganoides*; *13* — *S.* sp.; *14* — *S. neogenicus*; *15* — *S. magnoides*; *16* — *S.* sp; *17* — *S. pliopleistocaenicus*); *18—21* — specii de *Cyperaceaepollenites* din terțiarul Europei (*18* — *C. scholitzensis*; *19* — *C. neogenicus*; *20* — *C. triangulatus*).



Planşa LX — Polen de angiosperme:

1, 2 — specii de *Cyperaceaepollis* din terţiarul Europei (*1* — *C. thuringiacus*; *2* — *C. geiseltalensis*); *3* — *Graminiidites*, terţiar; *4—6* — polen de palmieri din paleogen (*4* — tip *Sabal*; *5* — tip *Trachycarpus*; *6* — tip *Phoenix*); *7, 8* — specii de *Monopunctites* din pliocenul Europei (*7* — *M. pliocaenicus*; *8* — *M. crassipunctus*); *9* — *Aglaoreidia cyclops*, oligocen; *10, 11* — *Milfordia minima*, oligocen.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

IV. PALINOSTRATIGRAFIE

1. PALINOSTRATIGRAFIA PRECAMBRIANULUI

Resturile macrofloristice precambriene sînt foarte puține, avînd în vedere vechimea mare a rocilor, numeroasele mișcări tectonice, care au reluat depozitele acestea foarte vechi, cît și gradul arhaic de organizare a vieții. Studiile recente de biochimie asupra celor mai vechi roci sedimentare ale scoarței terestre au arătat că acestea s-au format într-un mediu mai mult reducător decît oxidant, ceea ce a dus la ideea că primele forme de viață erau anaerobe. Primele plante capabile de eliberare a oxigenului liber prin procesul de fotosinteză au apărut sigur în precambrianul mediu acum 2—3 miliarde de ani. Aceeași vîrstă o au și primele fosile ale unor organisme vii. Astfel, Barghoorn și Tyler (1965) au găsit în chert-urile de Gunflint din huronianul mediu, la sud de Lacul Ontario și la nord de Lacul Superior, corpuri minuscule ce se aseamănă cu coloniile de alge albastre-verzi și corpuri filamentoase cu spori atașați, asemănători ciupercilor (fungi). În 1911, geologul suedez Sederholm a dat numele de *Corycium enigmaticum* unor corpuri în formă de sac, alcătuite din carbon, găsite în filitele precambriene din Finlanda. Analizele spectroscopice ale conținutului de carbon au arătat o concentrare mare de carbon — 12, izotop preponderent în plante (Rankama, 1948). Aceste corpuri mici sînt reziduurile plantelor coloniale similare actualului *Nostoc*. În seria de Belt din statul Montana (S.U.A.) sînt larg răspîndite forme recifale cu structură asemănătoare unor alge albastre-verzui actuale. Primele studii efectuate de Walcott (1914), și reluate mai tîrziu de Rezak (1957) au recunoscut patru genuri care ar proveni din dezvoltarea „formei originale". Extinderea depozitelor grafitoase în masivul Adirondack poate fi pusă pe seama metamorfozării depozitelor cărbunoase, iar micile corpuri întîlnite reprezintă lanțuri de bacterii ale fierului de tip *Chlamydothrix*, care au fost întîlnite în depozitele feruginoase din nordul lacului Michigan și Minnesota.

1.1. GRUPELE MAJORE ALE ORGANISMELOR PRIMORDIALE PRECAMBRIENE

În planșa LXI sînt prezentate cele cinci ramuri distincte ale lumii organice, separate de diverși autori. În privința originii, cele cinci ramuri se contopesc într-un trunchi comun, făcînd imposibilă urmărirea lor continuă în formațiunile geologice. În punctele de dichotomie, deosebirile geochimice existente sînt mai importante decît diferențierea morfologică, ce este mică, dar care ulterior a dat grupe majore de organisme. Suprafețele haşurate înserate între „căile de trecere" ale dezvoltării semnifică o izolare filetică. Atunci cînd luăm în discuție subdiviziunea taxonomică a ansamblurilor biotice primordiale, în care dovada morfologică este minimă, fără îndoială că întîlnim incertitudini. Aşadar, taxonomia majoră a fost în mod necesar definită în raport cu diversificarea modernă, iar dacă filogenia este proiectată către punctul de origine, atunci și distincțiile majore devin probleme dificile.

Grupele moderne ale microorganismelor care se prezintă pe diferite stadii ale originii precambriene sînt organisme acvatice, ce păstrează anumite caractere ale grupelor de origine. Uniformitatea mediului înconjurător a exercitat în mod evident o influență conservativă puternică. Cele mai multe din grupele majore ale organismelor pot da resturi microfosile, dar aceste rămăşițe pot fi foarte asemănătoare între ele, astfel încît recunoaşterea precisă reprezintă o problemă dificilă. Aceste fosile sînt semnificative, atît teoretic cît și practic, adică stratigrafic, problema principală constînd în determinare și clasificare. Clasificarea microfosilelor vechi, primare, trebuie să se bazeze pe interferențele derivate din dovezile morfologice; ca urmare, clasificarea trebuie să fie arbitrară numai într-un anumit grad. Este de dorit, totuși, ca orice sistem arbitrar și convențional al clasificării să fie astfel conceput, încît să evite conflictul cu concepțiile evolutive fundamentale. O clasificare taxonomică convențională a microfosilelor primare ar trebui alcătuită în conformitate cu criteriile convenienței, strîns legate de criteriile care par să aibă o semnificație fundamentală.

Progresiunea filetică din planșa LXI reprezintă o interpretare schematică a relațiilor filogenetice în evoluția organismelor. Progresiunea în timp, indicată în coloana din partea dreaptă a figurii, este redată logaritmic pentru a permite reprezentarea ei pe un spațiu redus. De asemenea, informațiile specifice în legătură cu filogenia organismelor primare sînt relativ sărace și se bazează în cea mai mare parte pe interferența din determinările dezvoltării organismelor ulterioare. Apariția inovațiilor biologice primare nu poate fi redată cu acuratețe și, de aceea, condensarea progresivă caracteristică unei scări logaritmice nu este dezavantajoasă în prezența acestui tip de informații. Ca urmare, porțiunile inferioare ale schemei din figură trebuie să fie interpretate ca reprezentînd grade de generalizare progresiv mai mari.

1.2. CARACTERISTICILE ORGANISMELOR PRIMORDIALE PRECAMBRIENE

În conformitate cu conceptele prezente privind originea vieții pe pământ, un tip primitiv heterotrofic de protobiont s-a dezvoltat inițial dintr-o „supă" abiotică coacervată. Există unele păreri (Oparin, 1938; Clark și Synge, 1959; Gaffron, 1960 ș.a.) speculative, care arată că în mare parte compușii „organici" au fost formați abiotic prin iradiere sau descărcare electrică și că acești compuși ar fi fost asimilați de organismele heterotrofice, inițial în mod simplu, înaintea existenței mecanismelor pentru sinteza autotrofică. Părerea nu este unanim acceptată, dar se cunoaște că structurile asemănătoare bacteriilor au existat și înainte de 3 miliarde de ani (Barghoorn și Schopf, 1966). Dacă acestea au fost autotrofice sau heterotrofice, este încă o problemă nesigură. Probabil că modul heterotrofic de existență își are originea separat de cel autotrofic și cu mult timp în urmă. În orice caz, microfosilele primare cunoscute trebuie să fi derivat din organismele autotrofice. Mecanismul autotrofic, inițial, probabil, a fost anaerobic, iar acesta a catalizat reacții care au fost relativ ineficiente în termenii convertibili energiei.

O sinteză mult mai eficientă a fost posibilă odată cu apariția unui pigment fotosintetic, cum ar fi clorofila a. Pigmentul acesta fiind prezent în aproape toate plantele verzi se pare că originea sa este precambriană.

O altă caracteristică de importanță generală în înrudirea grupelor organice este membrana nucleară. Această membrană nucleară diferă de membrana exterioară a microorganismelor. Membrana exterioară este mult mai implicată în definirea organismelor și aceasta reflectă relațiile esențiale din mediul înconjurător, fiind prezentă la toate organismele. Membrana nucleară are o structură mult mai specializată, mult mai veche, dar nu primitivă la origine. Există motive de a se crede că din moment ce algele roșii s-au separat de algele albastre-verzui, a apărut și membrana nucleară din jurul nucleului.

Organismele care nu au dezvoltat un mecanism sexuat specific, cum ar fi bacteriile și algele albastre-verzui, par să aibă o tendință de conservare evidentă în morfologia lor, cu toată originea lor foarte veche. Așa se poate observa că bacteriile cu fagele lor derivative și diferitele forme de virusuri, apoi algele albastre-verzui și algele roșii, converg spre aceleași susa, separat de alte grupe, către o formă precoce protobiotică de viață, care a existat în precambrianul inferior. În schimb, o importantă cauză a progresului evolutiv, cel puțin în măsura în care este implicată și diversificarea morfologică, trebuie să fie atribuită dezvoltării unor mijloace eficiente ale recombinării genetice, precum și a segregării, ca urmare a fuziunii celulelor sexuale.

Alte microorganisme asemănătoare algelor flagelate, nu numai că posedă clorofilă, dar sînt de asemenea capabile să înglobeze particule de alimente într-un mod aparent holozoic. În acest caz există opinii ca aceste organisme să fie clasificate ca animale, iar după altele, ele sînt considerate tot plante, argumentul constînd în prezența clorofilei. Aceste microorganisme cu poziție echivocă sînt totuși convențional clasificate după codul botanic (Lanjouw, 1966).

Cele mai multe palinomorfe precambriene sînt reprezentate prin fitoplancton. Aceste organisme au un flagel, organ foarte uniform, deşi organizarea lui este extrem de complexă. Modul schimbului de energie, care influenţează flagelul, nu este pe deplin înţeles. Organizarea flagelului este însă aceeaşi şi la organismele „superioare", ceea ce indică un puternic conservatorism. Toate organismele diferenţiate sexuat (cu excepţia unor alge roşii) au probabil o origine comună, care poate fi estimată începînd cu precambrianul mediu. Este clar că diferenţierea dintre organismele heterotrofice şi autotrofice a avut loc în timpul precambrianului inferior, dar aceste organisme au fost în cea mai mare parte izolate filetic. Nu se ştie dacă mixomicetele au existat încă din precambrianul mediu, dar organizarea lor simplă, diferită de alte organisme, arată caracterul primitiv al lor. Algele fucoide sînt asemănătoare algelor brune şi se extind pînă în precambrianul superior. Chiar archegoniatele, care includ briofitele şi toate plantele superioare, trebuie să aibă o origine legată tot de o susă precambriană. Multe din microfosilele carbonifiate precambriene au formă asemănătoare sporilor, dar au fost clasificate drept *fitoplancton*. Toate aceste organisme au produs un oarecare tip de diseminule rezistente, ce pot fi menţinute în condiţii corespunzătoare, printr-o fosilizare rapidă şi tectonism slab. Depozitele calcaroase, cum ar fi recifii, de vîrstă precambriană, sugerează prezenţa algelor sau a bacteriilor, care au stimulat precipitarea carbonatului de calciu, dar aceste depozite nu conţin în mod obişnuit şi resturi organice. Ele indică faptul că microbiontele precambriene au fost destul de abundente. Studiile viitoare vor furniza mai multe dovezi microfloristice, care au existat şi s-au diversificat în timpul unei perioade mai mari de patru ori decît întreaga perioadă fanerozoică.

1.3. SCHIMBĂRI ÎN MEDIILE ÎNCONJURĂTOARE PRIMARE

Geologia a făcut un progres remarcabil în interpretarea mediilor înconjurătoare primordiale conform cu conceptul existenţialist; totuşi în acest interval larg de timp care îl reprezintă precambrianul mediile primare au variat considerabil (Rubey, 1955; Rutten, 1962). Procesele vitale au existat în mod evident pe o perioadă mai mare decît jumătatea istoriei îndepărtate a pămîntului. Fotosinteza plantelor verzi justifică probabil concentraţia prezentă de oxigen liber din atmosferă, însă R u b e y consideră că cel puţin o cantitate infimă de oxigen liber trebuie să fi fost prezent foarte de timpuriu în istoria pămîntului.

Studierea în continuare a microfosilelor vegetale din rocile precambriene aduce o contribuţie valoroasă la cunoaşterea istoriei pămîntului, înainte ca atmosfera să fi atins compoziţia sa prezentă.

Evoluţia atmosferei în timp geologic este bine redată în planşa LXII, unde se observă diferenţele generale şi rata schimbului dintre compoziţia primordială şi actuală a atmosferei. Timpul este punctat conform cu o scară logaritmică şi o proiecţie generalizată, dată de evoluţia bacte-

riilor, plantelor și animalelor. Deși această ilustrație a fost schițată independent de diagrama prezentată în pl. LXI, se pare că există un acord general între evoluția atmosferei și lumea organică. Se observă reducerea progresivă a clorului liber, a amoniacului și metanului, creșterea și apoi scăderea bioxidului de carbon și a hidrogenului sulfurat și de asemenea creșterea enormă a azotului liber și într-un grad mai mic a oxigenului liber. Această ultimă modificare există în atmosfera de astăzi, așa cum se observă în pl. LXI, dar nu concordă în întregime cu interpretarea lui Rubey (1955). Orice estimare cantitativă privind compoziția atmosferei este dificilă, iar unele din datele lui Vologdin (1962) pot fi foarte greu verificate. Diferențele din compoziția atmosferică trebuie să fi afectat serios microorganismele. Astfel, o succesiune stratigrafică a microfosilelor ar trebui să confirme interpretarea mediilor înconjurătoare primordiale. În acest sens, Cloud (1965) a sugerat deja un control microbiologic prin apariția formațiunilor bogate în fier din precambrian, geneza lor fiind atribuită acțiunii bacteriilor feruginoase.

1.4. SCARA TIMPULUI

În mod tradițional, paleontologii și stratigrafii s-au ocupat destul de puțin de datarea timpului absolut și s-au concentrat mai mult asupra vîrstelor relative datate pe baza succesiunii fosilelor. În urma acestor determinări, stratigrafii au făcut numeroase corelări, dar pe o arie puțin extinsă, provincială. Pentru extinderea corelărilor pe o arie regională sau globală este necesară determinarea vîrstei absolute, prin metoda izotopilor radioactivi. Această ultimă determinare a fost valabilă și pentru rocile precambriene în care, pînă nu demult, fosilele erau considerate absente cu desăvîrșire. Dar și metoda radiometrică adesea implică un grad înalt de eroare. Este bine, pentru precizia determinărilor de timp, să se completeze cele două metode, iar semnificația determinărilor trebuie întotdeauna interpretată geologic. Încercări de determinare a timpului, la nivelul rocilor precambriene, s-au făcut în multe părți ale lumii, atît prin metoda radiometrică cît mai ales, în ultimul timp, pe baza numeroaselor resturi de organisme microscopice, care se găsesc în diferite roci (Naumova, 1949, 1951, 1974; Timofeev, 1955, 1957, 1958, 1977; Tyler și Barghoorn, 1954, 1965; Cloud, 1965; Oro și colab., 1965; Barghoorn, Meinschen și Schopf, 1965, Pflug, 1964, 1965, 1966; Brooks și Muir, 1974; Konzalova, 1974, Lopuhin, 1974 ș.a.). În țara noastră, determinările relative ale timpului pe baza studiului microfosilelor din rocile precambriene sînt mai recente, ele referindu-se mai mult la formațiunile de șisturi cristaline din Carpați (Iliescu și Dessila-Codarcea, 1964, 1965, Iliescu, Mureșan, 1972; Iliescu, Kräutner, 1974 etc.; Oniceanu, Olaru, Enciu, 1974; Oniceanu, Olaru, Erhan, 1977 a; Oniceanu, Olaru, 1977 b). De asemenea, s-au făcut unele măsurători și prin metoda radiometrică. În schema din pl. LXIII și coloana din stînga sînt prezentate datele obținute convențional, izotopic și utilizate, în cele mai multe cazuri, pentru precambrian și paleozoicul inferior, în lume. În coloana din dreapta sînt date determinările pe baza concluziilor la care au ajuns cercetătorii sovietici. Ambele serii ale determinărilor de vîrste abso-

lute s-au bazat pe probe diferite, provenite din diverse părți ale lumii, acordul general fiind semnificativ. Intervalul aparent mai scurt determinat de oamenii de știință sovietici pentru silurian (silurianul superior după Murchinson) poate semnifica mai curînd o discrepanță a corelării decît o divergență în determinarea vîrstei. În pl. LXIII sînt prezentate și vîrstele relative ale depozitelor fosilifere precambriene, care au fost controlate și izotopic și a căror poziție stratigrafică este marcată prin triunghiuri negre. Vîrsta *formațiunii de Fig Tree* este evident mai veche de 3 miliarde ani după scara timpului lui Holmes. Cea mai bine cunoscută este însă formațiunea feroasă de *Gunflint* din seria huroniană, de vîrstă precambrian mediu. Fosilele din calcarele „*Molar Tooth*" din *seria Belt* (Pflug, 1965) sînt mult mai diversificate și, deoarece ele au fost separate printr-o tehnică de dispersie mecanică și electrostatică nouă, perfect adaptată la utilizări palinologice, sînt de un interes considerabil. Fosilele din formațiunile *Bitter Springs, Gunflint* și *Fig Tree* au fost bine conservate în depozitele primare, de chert-uri, din seriile respective de unde, prin metode specifice, au fost prelevate și studiate.

1.5. PRIMELE VESTIGII ALE VIEȚII PROVENITE DIN CERCETĂRILE PRIVIND OBIECTELE EXTRATERESTRE

În ultimul timp a crescut interesul în ceea ce privește existența posibilă a vieții extraterestre. Cele mai deosebite și promițătoare tehnici sînt cele palinologice. O apreciere mai mare a valorii dovezilor morfologice furnizate de obiectele fizice microscopice s-a dezvoltat ca rezultat al acestui interes. Problema legată de existența vieții extraterestre, în ciuda unor rapoarte premature, rămîne încă nerezolvată. Dovezile care pledează în favoarea existenței vieții extraterestre sînt neconvingătoare, dar problema este extrem de importantă, iar obstacolele către o dovadă pozitivă rămîn impresionabile. Cercetarea pentru găsirea unor dovezi în sprijinul vieții extraterestre a contribuit și la înțelegerea problemelor tehnice legate de palinologia structurilor „unice".

Cercetarea pentru găsirea dovezilor existenței vieții extraterestre s-a concentrat pe condritele carbonatice provenite dintr-un tip de meteorit cu proporție mare de material în carbon. Astfel de meteoriți sînt relativ fragili, dar originea meteoritică a acestora este relativ bine autentificată, deoarece toți au fost observați căzînd. Pe lîngă aceasta, posibilitatea contaminării locale cu material terestru nu poate fi întotdeauna exclusă (Fith și Anders, 1973; Anders și colab., 1964). Starea generală a datelor rezultate din aceste studii a fost ulterior revizuită de Urey (1976).

Cu toate că Urey este chimist, el crede că dovada palinologică este de o importanță „non neglijabilă". El dă ilustrații bune ale obiectelor descrise de Timofeev (1963), obiecte derivate din meteoritul Migei și prezintă un obiect anterior studiat de Nagy și colab. (1963), fotografiat într-o secțiune subțire de la meteoritul Orgueil, care este foarte dificil de explicat. Alte cîteva obiecte neobișnuite, derivate de la reziduurile soluției și cărora li s-au dat nume „extraterestre" (Claus și Nagy, 1962; Staplin, 1962 a), au fost asemuite cu materialele terestre (Fitch

și Anders, 1963; Staplin, 1962 b). Nu toate au fost explicate și determinate. Dovezile organice și microchimice sînt de asemenea importante, cu toate că și acestea, într-un grad mai mare sau mai mic, sînt controversate. După cum subliniază Urey, există nu puține probleme care sînt mult mai importante din punct de vedere fundamental și care prezintă mai mult interes în ziua de azi decît aceea a existenței vieții extraterestre.

Nagy (1966), prin intermediul NASA, reia studiul analizelor palinologice asupra meteoriților căzuți pe pămînt și incomplet dezintegrați, precum și asupra materialului cules de primii sateliți trimiși în păturile superioare ale atmosferei. Mult mai tîrziu, după ce primul om a păşit pe lună, au fost analizate palinologic și eșantioanele aduse pe pămînt, dar fără a se realiza un rezultat pozitiv cu privire la existența vieții pe această planetă.

1.6. MICROFOSILELE PIETRIFICATE DIN ROCILE PRECAMBRIENE

Trei apariții de microfosile au fost descrise din depozitele precambriene ale șisturilor silicioase primare. Matricea șisturilor silicioase este aparent cea mai potrivită pentru menținerea structurilor biologice și a substanțelor biogene vechi.

Într-o astfel de matrice, fosilele nu sînt înlocuite, substanțele carbonifere rămîn, se păstrează și sînt premineralizate.

Microfosilele cele mai vechi, care sînt cunoscute totuși, apar în benzile de șisturi silicioase ale formațiunii de Fig Tree din sistemul Swaziland de lîngă Baberton în Africa de sud și au fost considerate pe baza datării radiometrice ca fiind de circa 3, 2 miliarde de ani (Nicolaysen, 1962).

Depozitele din sistemul de Swaziland sînt de o importanță economică și teoretică mare și în prezent sînt considerate ca fiind cele mai vechi roci cunoscute pe pămînt. Interesant este faptul că aceste roci conțin resturi determinabile ca microorganisme fosile. Un tip de fosil baciliform a fost descris de Barghoorn și Schopf (1966) sub denumirea de *Eobacterium isolatum* (foto I). Corpuri fosile sferoidale asemenea algelor sînt prezente din reziduurile care apar în materia cărbunoasă fibrilară. Acestea au fost interpretate ca reziduu al materiei organice.

Tipurile de microfotografii electronice ale lui Barghoorn și Schopf sînt indicate în pl. LXIV, reduse de aproximativ 25 000 ori. Organismele sînt cilindrice și scurte, de 0,45 pînă la 0,75 microni pe 0,18—0,32 microni. Peretele pare să fie de două ori mai subțire și se observă o granuloză pe suprafața exterioară.

Planșa LXIV, fig. 3 și fig. 4 reprezintă secțiuni transversale ale altor indivizi cu o răsucire interioară. Pl. LXIV, fig. 5 prezintă specimene plate și distorsionate, în care lustruirea și gravarea au pus în evidență în mod aparent o suprafață exterioară cu granulozitate caracteristică. O fisură

(neagră) încercuiește cea mai mare parte din această mostră. Această apariție primitivă, izolată, a unui organism celular este de un mare interes, iar semnificația lui va fi dificil de evaluat fără alte studii minuțioase.

Dintre microfosilele precambriene, sînt bine cunoscute acelea din depozitele de șisturi silicioase ale formațiunii feruginoase de Gunflint din Ontario (Tyler și Barghoorn, 1954; Barghoorn și Tyler, 1965; Cloud, 1965; Oro și colab., 1965; Barghoorn, Meinschein și Schopf, 1965).

O varietate de microorganisme filamentoase, asemenea sporilor, este prezentă în acest șist silicios stromatolitic negru, de vîrstă huronian inferior, în treimea superioară a precambrianului mijlociu. Datarea izotopică sugerează o vîrstă de cel puțin 1,7 miliarde ani, probabil cca. 2 miliarde ani.

Fosilele constau din resturi cărbunoase impregnate în calcedonie. Una din formele cele mai distincte este de mărime mică, 12—30 μ, de forma unei umbrele, cu un apendice bulbos, denumită *Kakabekia* (vezi pl. LXIV, fig. 6—9). Corpii, ca și sporii, au fost considerați ca aparținînd genului *Huronispora* (pl. LXIV, fig. 10—13). Pl. LXIV, fig. 14 ilustrează un tal stelat, cu apendicii filamentoși ramificați. Exemple de taluri filamentoase sînt date în pl. LXV, fig. 1—9. Cele mai deosebite sînt filamentele septate, prezentate în pl. LXV, fig. 2—3, ce sînt considerate că aparțin la *Gunflintia grandis*. Septele sînt variabil spațiate și tind a fi ascunse de conținuturile reziduale ale celulelor. Uneori, conținutul celular pare să prezinte un model spiral cu o semnificație neprecizată. Reziduurile similare pot fi observate la celulele moarte ale unor tipuri de alge filamentoase actuale. Autorii genului *Gunflintia* nu comportă discuții contradictorii în legătură cu conținutul celulelor, însă, dacă organizarea în reziduul protoplasmic poate fi interpretată, acest lucru ar implica ideea că formele respective au progresat dincolo de nivelul algelor albastre-verzui. În mod asemănător, dar mult mai mici, filamentele sînt considerate ca aparținînd unei specii diferite, *Gunflintia minuta* (pl. LXV, fig. 4—5).

Filamentele neramificate, descrise ca prezentînd septe strîns spațiate, sînt considerate că aparțin la *Animikiea septata*. Septele prezentate în pl. LXV, fig. 1 apar atît de perfect spațiate, încît rămîn unele întrebări dacă aceste forme sînt într-adevăr septate sau coenocitice cu pereții striați transversal. Structura filamentelor este deosebită.

Alte filamente neramificate conțin corpi interni asemenea sporilor. Corpi similari apar și la exteriorul filamentelor și din aceasta se poate deduce că microorganismele erau într-o fază de reproducție (pl. LXV, fig. 6, *Entosphaeroides amplus*). Un tip mai puțin regulat de filamente (organisme filamentoase) este prezentat în pl. LXV, fig. 7—9 *(Archaeorestis schreiberensis)*, la care nu se observă o septare, dar filamentele sînt neregulate, ramificate și intercrescute. Interpretarea este destul de nesigură, dar contururile neregulate sugerează comparația cu creșterile haustoriale ale unor organisme heterotrofice.

În plus, studiile electronomicrografice ale formațiunii feruginoase Gunflint au pus în evidență numeroase bacterii care se aseamănă cu tipurile bacilare ale fierului, *Sphaerotilus natans* sau *Siderococcus* (Schopf

și colab., 1965). De asemenea sînt prezente și alte forme asemănătoare tipurilor cocoide actuale ale bacteriilor feruginoase. Formele fosile sînt mai mici decît formele actuale (foto II). Asocierea tipului fosil *Sphaerotilus* în cenobii sau lanțuri, cu ramificarea falsă și rămășițele unei membrane (teacă), deosebesc bacteriile din formațiunea de Gunflint de acele organisme baciliforme mult mai vechi din formațiunea de Fig Tree.

Importanța posibilă a microorganismelor întîlnite în formațiunea de Gunflint, în modificarea (oxigenarea) mării și atmosferei și în depozitarea fierului, a fost discutată de C l o u d (1965) ș.a. Se pare că multe din organisme erau autotrofice, dar nu este clar dacă ele erau aerobe.

În mod asemănător s-au păstrat și elementele organice din rocile precambrianului superior în formațiunea de Bitter Springs, Australia, care au fost studiate de B a r g h o o r n și S c h o p f, 1965; S c h o p f, 1968 ș.a. Corpii sferoidali, filamentele septate mici, filamentele septate mari au fost descrise și incluse la 14 genuri din familiile: Oscillatoriaceae, Chlorococacceae, Rivulariaceae și probabil Nostocaceae. Celulele sugerează o păstrare excelentă a reziduului protoplasmatic mai mult sau mai puțin intact. Apariția algelor verzi (eucariotice), precum și a algelor albastre-verzui (procariotice) în acest ansamblu este un lucru important.

Desigur, formele par a avea un aspect destul de modern în comparație cu fosilele din formațiunea de Gunflint. Vîrsta precambrian-superior a depozitului este atestată prin referire la cambrianul observat în regiunea Bitter Springs. Determinările vîrstei absolute sugerează o valoare ce depășește 760 milioane de ani. Astfel, am putea deduce că un tip modern de grupare filamentoasă de alge a apărut în urmă cu 800—1 000 milioane de ani. Ca și în cazul microfosilelor din formațiunile de Gunflint și Fig Tree, fosilele delicate au fost conservate în depozitele de calcedonie primare, în regiuni care au scăpat de modificările metamorfice ulterioare. B r o o k s și M u i r (1974) au reluat studiile lui S c h o p f (1970) și B a r g h o o r n (1971) privind prezența primelor vestigii ale vieții în depozitele precambriene timpurii și medii. Ocupîndu-se de formațiunile din Onverwacht Group din sistemul Swaziland din Africa de sud (Transvaalul de est), autorii mai sus amintiți au descoperit în șisturile cristaline din apropierea zonei montane Barberton două specii de microorganisme, una sferoidală și alta filamentoasă. Microorganismele sferoidale au fost identificate ca *Archaeosphaeroides barbertonensis*, fiind considerate de vîrstă precambrian inferior, corespondente formațiunii de Fig Tree (pl. LXXIV, fig. 1—6; pl. LXXV, fig. 1—6); microorganismele filamentoase sînt mai rare și se aseamănă cu cele ilustrate de S c h o p f (1970), fiind prelevate din formațiunea Bitter Springs din Australia, de vîrstă precambrian superior.

1.7. MICROFOSILELE DIN SEDIMENTELE DETRITICE

Microfosilele celor mai multe plante (palinomorfe) sînt conservate și în seriile detritice vechi din areale sedimentare. Acestea erau încorporate în sediment în timpul depunerii și suferă, în mare, aceleași modificări diagenetice și eometamorfice care afectează în general sedimentele.

În procesul conservării ele pot fi comparate cu tipurile comune de plante, care se prezintă prin impresiuni carbonifiate și compresate. Deoarece sînt alcătuite dintr-o materie celulozică, mai curînd decît minerală, au fost considerate a fi foarte susceptibile la distrugere prin acțiune metamorfică, dar, evident, acest lucru nu se întîmplă întotdeauna. Totuși, ca o consecință a acestei idei, sedimentele mai vechi care au fost oarecum modificate de presiune și unii factori termici și tectonici nu au fost la fel cercetate ca depozitele mai noi. Recentele descoperiri ale microfosilelor vegetale din aceste depozite vechi sugerează că ele nu pot fi distruse total prin metamorfism.

Fosilele care nu sînt metamorfozate într-un grad ridicat pot furniza indicații stratigrafice de o importanță deosebită.

Palinomorfele din precambrianul superior și cambrian, obținute prin metodele obișnuite de macerare, au fost prima oară descrise de autorii sovietici. Naumova (1951) a descris microfosile asemănătoare sporilor din depozitele precambriene ale Uralilor sudici și le-a comparat cu formele întîlnite în argilele albastre din peninsula Kola (Naumova, 1949). Timofeev (1955, 1957, 1958) a descris un grup similar mult mai larg răspîndit, de formă asemănătoare sporilor din depozitele de vîrstă riphaeană din Saxonia, Siberia și Karelia (pl. LXVIII, fig. 1—17). Structurile asemănătoare sporilor sau chisturilor reprezintă fosile, care indică în mod evident existența unei asociații de plante inferioare în precambrian.

Formele membranoase sînt mult mai obișnuite decît formele cu pereții groși. Multe din fosile sînt mici și nu prezintă caracteristici foarte diferite. Cele mai multe deosebiri se bazează pe ornamentația superficială și textură. Corpurile fosile sînt triradiate, dar această semnificație este nesigură. Este destul de problematic dacă aceste corpuri fosile sau chisturi prezintă dovezi evidente ale orientării sau polarității, fapt ce ar fi implicat o sutură funcțională cu trei raze. Autorii sovietici tind să interpreteze fosilele ca tetrade ale sporilor de plante terestre, dar restul plantelor terestre nu apar în depozitele precambriene și cambriene. Probabil, microfosilele reprezintă alge, dar unii autori preferă să clasifice aceste forme ca fiind „microplancton" probabil vegetal; unele exemple de acest tip sînt ilustrate în pl. LXVII, fig. 1—35.

Formele precambriene prezintă o morfologie simplă și chiar dacă acestea au fost denumite cu nume lungi pentru a sugera morfologia sau interrelația dintre ele, totuși problema nu a fost total lămurită. Forme cum ar fi: *Prototrachysphaeridium nevelense* Tim., *P. conglutinatum* Tim., *Protomycterosphaeridium marmoratum* Tim., *Trachyoligotriletum obsoletum* (Naum.) Tim., *Protoleisphaeridium*, *Protoliphosphaeridium crispum* Tim., *Stictosphaeridium sinapticulaeferum* Tim., *Protozonosphaeridium patelliforme* Tim., *Leioligotriletum nitidum* Tim. și *Prototrematosphaeridium* sînt genuri asemănătoare între ele. Pe baza acestor dovezi s-au efectuat unele corelări geologice. Studiile efectuate de Marie-Madeleine Roblot (1963), (1964, a, b, c) au scos în evidență microfosilele din șisturi autigenice (ftanite) ale seriilor brioveriene mijlocii, presupuse a fi tilitele precambrianului superior. Rocile plutonice din brioverianul superior au fost datate izotopic ca fiind de 550 și 580 milioane de ani, însă tilitele precambriene au fost recunoscute în multe părți ale lumii.

Depozitele pot fi socotite și mai vechi. Brioverianul mijlociu a fost considerat ca făcînd parte din ripheanul superior (pl. LXIII).

Corelarea vîrstelor absolute cu scara paleontologică a cambrianului poate fi supusă unei discuții controversate, avînd în vedere noile informații care arată că de fapt cambrianul începe acum 550, 570 sau 600 milioane de ani. Fosilele determinate de R o b l o t sînt bine conservate și multe din ele sînt asemănătoare cu acelea indicate în pl. LXVI, fig. 1—20. Multe din ele par a fi obiecte discoidale, care probabil au fost compresate, inițial fiind sferiodale. Unele prezintă o suprafață plată, altele sînt mai curînd ambigui, cu un test care sugerează corodarea.

Dacă aceste forme ar trebui privite ca histrichosfere, ideea nu este plauzibilă. Apendicii spiniformi sau țepoși sînt absenți, iar proiecțiile asemănătoare protuberanțelor apar cel puțin la două exemplare. R o b l o t a deosebit tipurile de obiecte printr-un sistem de numere și nu a corelat materialul cu acela al lui T i m o f e e v sau N a u m o v a, cu toate că unele obiecte par a fi similare.

Alte grupuri de microfosile precambriene au fost analizate de P f l u g (1964, 1965, 1966) din seria Belt, statul Montana. Materialul descris de T i m o f e e v și N a u m o v a este asemănător sporilor și pare să fi fost obținut dintr-o soluție palinologică normală și prin procedee de preparare obișnuite. Totuși, P f l u g a folosit metode fizice de descompunere și mijloace electrostatice de concentrare a microfosilelor organice din fragmentele minerale ale rocilor. Probabil, datorită evitării tratamentului chimic, s-a obținut un grup de microfosile diferit. Cele mai multe din resturile de fosile par a fi adunate prin uscare și nu prin sfărmare sau prin presiunea exercitată de suprasarcină. Unele celule conțin bule evidente, probabil introduse în timpul preparării materialului. Multe din celulele organizate din materialul lui Pflug sînt atît de mici, încît ele pot fi păstrate în spațiile interstițiale care au apărut prin comprimarea rocii. O parte din fosilele descrise constau din filamente multicelulare scurte și mici, iar numeroase celule par a conține un reziduu opac, constînd probabil din material protoplasmatic alterat. Alte exemple observate *in situ* în cadrul rocilor, prin intermediul microscoapelor puternice, par a fi organizate ca țesut simplu. Determinările izotopice din stratele înrudite din cadrul seriei de Belt sugerează o vîrstă de cca. 1,1 miliarde de ani pentru acest material. Unele tipuri de fosile ilustrate de Pflug sînt indicate în pl. LXVI, fig. 1—20. Aceste fosile sînt diferite de fosilele precambriene observate de către diverși cercetători.

Fosilele pot reprezenta rămășițe ale microorganismelor heterotrofice anaerobe, care au fost prinse *in situ* sub sedimentul de acumulare. Dacă fosilele pot fi astfel interpretate, atunci tehnica folosită de P f l u g ar putea deschide un cîmp vast pentru cercetarea paleomicrobiologică. Determinarea raporturilor botanice ale acestui material are semnificație în ceea ce privește istoria evolutivă a plantelor primitive și de asemenea are importanță pentru folosirea lor biostratigrafică în corelarea depozitelor precambriene.

T i m o f e e v, ulterior, reia studiile sale asupra palinomorfelor din proterozoicul superior, figurînd numeroase specii din diferite zone ale U.R.S.S. și din regiunile limitrofe. Iată, de exemplu, cîteva din palinomorfele proterozoicului superior (vendian) din R. S. S. Ucraineană și

R. S. S. Moldovenească (pl. LXIX, fig. 1—10), din Podolia (pl. LXIX, fig. 1—10; pl. LXX, fig. 1—9; pl. LXXI, fig. 1—12) sau din zona precarpatică sovietică și nordul Mării Negre (pl. LXXII, fig. 1—11).

După ultimele cercetări privind stratigrafia proterozoicului și paleozoicului inferior, pe baza resturilor de palinomorfe și a corelării cu datele obținute pentru stabilirea vîrstei absolute prin metode radiometrice, situația este cea prezentată în tabelul VIII.

Studii relativ recente asupra răspîndirii microfosilelor și a stratigrafiei antecambrianului și cambrianului din Europa (Naumova, 1974) au dus la concluzia că evoluția paleoflorei s-a făcut în patru etape principale:

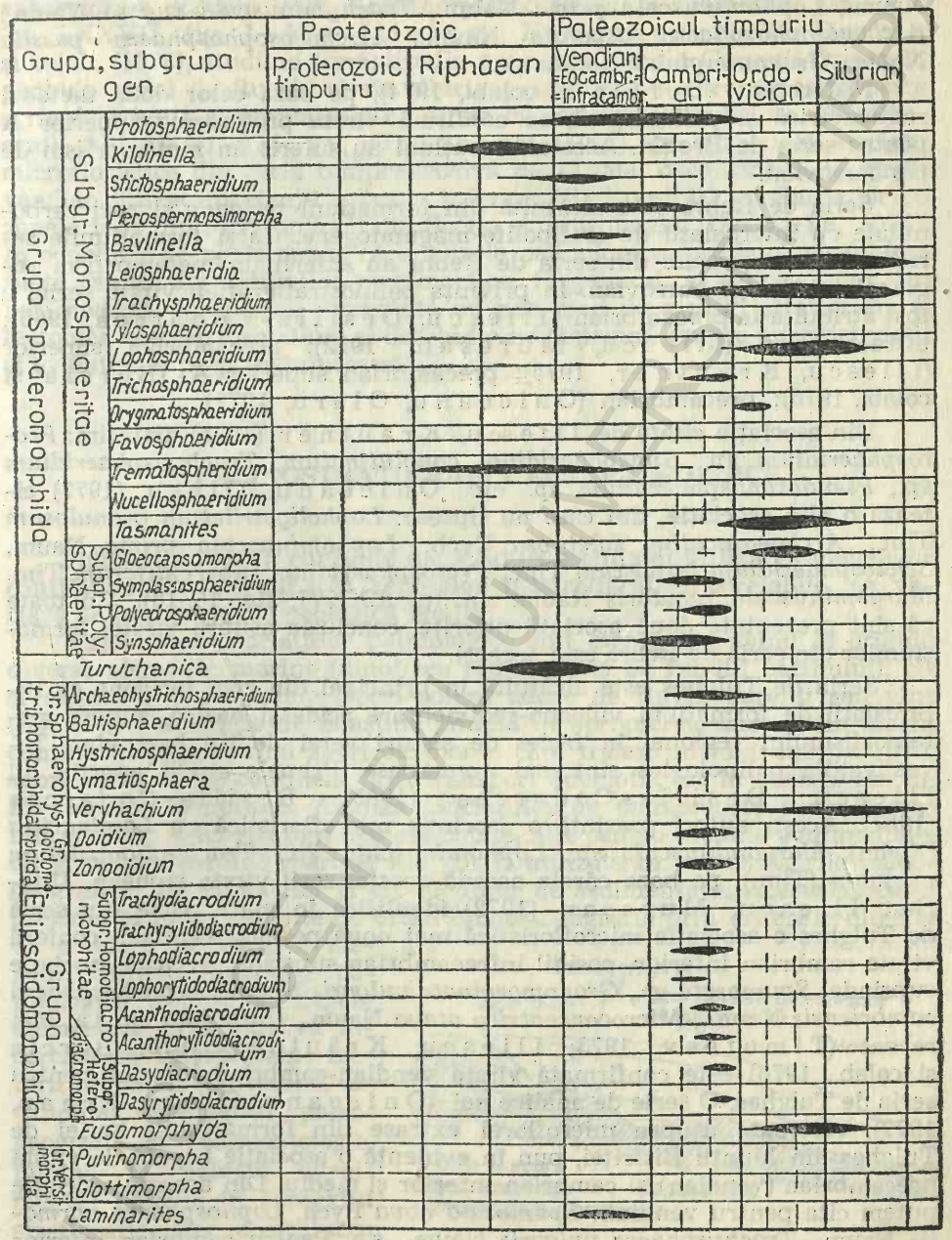
1. Etapa anteripheană, caracterizată prin prezența microalgelor de tipul *Cyanophyta* și *Chlorophyta*, de cca 10 μ, a căror morfologie poate fi observată numai cu microscopul electronic.
2. Etapa ripheană, caracterizată prin prezența în special a algelor mari de tipul *Rifenites* dintre *Cyanophyta* și a unor corpuri sferoidale foarte mici, denumite *Minuscula*.
3. Etapa vendiană, caracterizată prin evoluția corpurilor sferoidale și coloniale de alge tip *Chlorophyta* și a unui grup important denumit *Spumosata*.
4. Etapa cambriană (cambrianul inferior și mediu), caracterizată prin apariția unor noi grupuri de organisme, cu o sculptură țepoasă de tip histrichosferide, precum și forme de tip *Marginata* și *Concentrica* (pl. LXXIII, fig. 1—24).

În țara noastră, studiile palinologice asupra rocilor proterozoice sînt relativ puține, primele fiind elaborate între anii 1960—1970. Se pot aminti observațiile referitoare la stratigrafia terenurilor cristalofiliene din România pe baza studiului palinomorfelor (Codarcea-Desilla, 1967) apoi, un număr de lucrări importante privind vîrsta unor serii de formațiuni metamorfice din Carpații Orientali elaborate de Violeta Iliescu și colaboratori (1965, 1972, 1974, 1975, 1977). Alte lucrări asupra palinostratigrafiei șisturilor cristaline din Carpații Orientali au fost elaborate de autorii: Oniceanu, Olaru, Enciu (1974); Olaru, Oniceanu (1978); Oniceanu, Olaru, Erhan (1977); Oniceanu, Olaru (1977) ș.a.

În Carpații Orientali, paralel cu analizele palinostratigrafice privind formațiunile cristalofiliene, s-au făcut și determinări asupra vîrstei absolute, folosindu-se metoda radiometrică K/Ar (Kräutner și colab. 1976). Pe baza acestei metode s-au stabilit următoarele vîrste: seria de Bretila, 850 milioane de ani; seria de Rebra, 800 milioane de ani; seria de Tulgheș, 505 milioane de ani. În funcție de aceste determinări s-au putut efectua unele corelări cu formațiunile cristalofiliene din Carpații Meridionali. Cea mai bună corelare s-a făcut între seriile de Bretila și Rebra din Carpații Orientali cu seria de Sebeș-Lotru din Carpații Meridionali, ultima avînd vîrsta de 838 milioane de ani.

În ceea ce privește vîrsta rocilor cristalofiliene din seria de Bretila, alcătuite din formațiuni terigene cu intercalații de roci metavulcanice acide și bazice, sînt considerate cele mai vechi din Carpații Orientali. Vîrsta lor este stabilită ca fiind mai veche de proterozoicul mediu (Desilla-Codarcea, 1967) sau anteproterozoic superior (Kräut-

Schema răspîndirii microfitofosilelor în proterozoicul şi paleozoicul inferior din Eurasia



ner, 1968). Oniceanu, Olaru, Enciu (1974) arată că vîrsta acestor roci ar fi proterozoic superior și ca argument în sprijinul acestei vîrste prezintă următoarea asociație protistologică: *Leiominuscula minuta* Naum., *Lophominuscula prima* Naum., *Trachyminuscula rugosa* Naum., *Archaeosophosphaera asperata* Naum., *Archaeosophosphaera pussila* Naum., *Granomarginata notata* ș.a.

Mai recent (Bercia și colab., 1974), pe baza celor două metode, radiometrică și palinologică, se confirmă vîrsta proterozoic superior A pentru seria de Bretila. Aceste formațiuni au suferit un metamorfism de tip barrovian.

Seria de Rebra este alcătuită din formațiuni terigene și roci carbonatate cu intercalații de amfibolite magmatogene. Ca și formațiunile seriei anterioare, rocile din seria de Rebra au suferit un metamorfism regional tot de tip barrovian. În privința palinostratigrafiei, vîrsta seriei a fost atribuită la precambrian (Iliescu, Desilla-Codarcea, 1965); infracambrian (Iliescu, Mureșan, 1972); precambrian superior (Iliescu, Kräutner, 1975); precambrian superior A (Bercia și colab., 1976); precambrian (Oniceanu, Olaru, 1977).

Din asociația citată de Iliescu, Kräutner (1975) amintim: *Protosphaeridium sp., Synsphaeridium conglutinatum, Trachyosphaeridium sp., Pseudozonosphaeridium sp.* etc. Oniceanu, Olaru (1977) citează o altă asociație, din care nu lipsesc: *Lopholigotriletum granulosum* Tim., *Archaeosaculina salebrosa* Pych, *Lophominuscula prima* Naum, *Stictosphaeridium implexum* Tim., *Protosphaeridium tuberculiferum* Tim. *Margominuscula regularis* Naum. ș.a. (pl. LXXVI, fig. 1—18). Cu toate că sînt prezentate două asociații diferite, concluzia asupra vîrstei formațiunilor din seria de Rebra este aceeași.

Seria de Tulgheș este alcătuită în principal din roci terigene cu intercalații de formațiuni vulcano-sedimentare acide și bazice, supuse metamorfismului regional în facies de șisturi verzi de tip barrovian. Investigațiile palinologice sînt mai numeroase. Primele studii aparțin lui Iliescu, Desilla-Codarcea (1965); Desilla-Codarcea (1967). Acești autori prezintă o asociație microfloristică cu *Laminarites* (Eichn), *Margominuscula sp., Lophominuscula sp., Trachyoligotriletum magnum* (Tim.), pe baza căreia acordă acestei serii vîrsta riphean. Ulterior, Iliescu, Mureșan (1972) identifică în mare parte din seria de Tulgheș o asociație microfloristică mai nouă pe baza căreia îi conferă vîrsta cambrian inferior, posibil infracambrian superior. Această asociație cuprinde: *Spumosata sp., Granomarginata vulgaris* Naum., *Acanthosphaera cambriensis* Naum., *Microconcentrica atava* Naum., *Uniporata sp.* ș.a. Mai recent (Timofeev 1973; Iliescu, Kräutner, 1975; Bercia și colab., 1976) este confirmată vîrsta vendian-cambrian inferior pentru seria de Tulgheș. O serie de analize noi (Oniceanu, Olaru, Erhan, 1977), efectuate asupra microflorei extrase din formațiunile seriei de Tulgheș din Munții Bistriței, pun în evidență o asociație bogată de vîrstă precambrian (vendian) și cambrian inferior și mediu. Din această asociație putem cita pentru vendian: *Spumosata nova* Pych, *Lophosphaera normalis* Naum., *Trachysphaera vulgaris* Naum., ș.a. Pentru cambrian inferior și mediu asociația este formată din următoarele specii: *Leiomarginata glabra* Naum., *Leiomarginata communis* Naum., *Lopholigotriletum gru-*

mosum Tim., *Leiopsophosphaera rarorugosa* Naum. ş.a. (pl. LXXVII, fig. 1—25). Alături de această asociaţie se citează şi reprezentanţi ai grupului Acritarcha, printre care: *Baltisphaeridium ornatum* Volk, *Baltisphaeridium dubium* Volk, *Acanthorytidodiscrodium echinatum* Tim., ş.a. (pl. LXXVII, fig. 1—25). Iliescu, Kräutner (1975), Bercia şi colab. (1976), studiind formaţiunile premezozoice din Carpaţii Orientali, atribuie seriei de Rusaia vîrsta silurian, considerînd-o transgresivă peste seria de Bretila şi echivalentă ca vîrstă cu seria de Repedea s.s. (M. Apuseni). Alţi autori (Olaru, Oniceanu, 1977), pe baza unei asociaţii microfloristice din seria comprehensivă de Rusaia, o consideră de vîrstă vendian (infracambrian)-cambrian inferior, fiind posibilă corelarea lor cu zonele 1—4 din torridonianul din Scoţia şi Groenlanda (Downie, 1974). În concluzie se poate spune că analizele palinologice (protistologice) efectuate asupra formaţiunilor metamorfice, în general, şi asupra celor din ţara noastră, în special, reprezintă un nou mod de a privi stratigrafia şi tectonica acestor formaţiuni şi deschid o nouă pagină asupra apariţiei vieţii şi evoluţiei ei pe planeta noastră.

2. PALINOSTRATIGRAFIA EREI PALEOZOICE

Palinostratigrafia cuprinde două laturi esenţiale: utilizarea metodelor cantitative şi determinarea reperelor biostratigrafice corelabile, ce variază de la o perioadă geologică la alta.

Majoritatea asociaţiilor palinologice sînt eterogene, avînd la origine diverse elemente marine (dinoficee sedimentate pe fundul bazinului), cît şi elemente continentale (spori-polen) aduse de fluvii, curenţi sau vînt (fig. 61). O asociaţie de mlaştină situată în apropierea unui bazin marin conţine în primul rînd spori de plante care trăiesc în mlaştină *(in situ)*, spori aduşi de pe continent prin transport anemofil, iar în bazinul marin, fitoplancton, dinoficee. Analiza asociaţiilor de palinomorfe permite stabilirea unor scări stratigrafice aplicabile, atît pentru mediile continentale, cît şi pentru mediile marine. Ele pot fi utilizate în reconstituirile paleogeografice ale climatelor şi ale mediilor de sedimentare. Aceste asociaţii prezintă şi inconveniente de ordin cronostratigrafic prin criteriile diferite de corelare pe care le alegem. Dintr-o diagramă palinologică trebuie să alegem elementele prin care să încercăm să interpretăm: factorii regionali (latitudine, altitudine), elementul paleogeografic şi sedimentologic, punînd în valoare evenimentul botanic în contextul stratigrafic. Dar acest lucru este destul de greu de interpretat, deoarece evenimentul

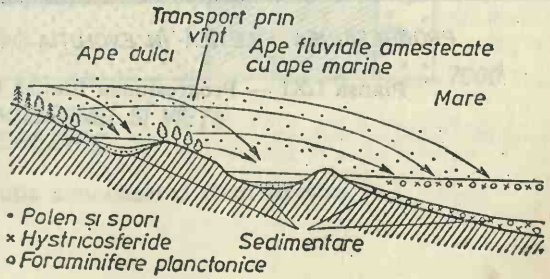
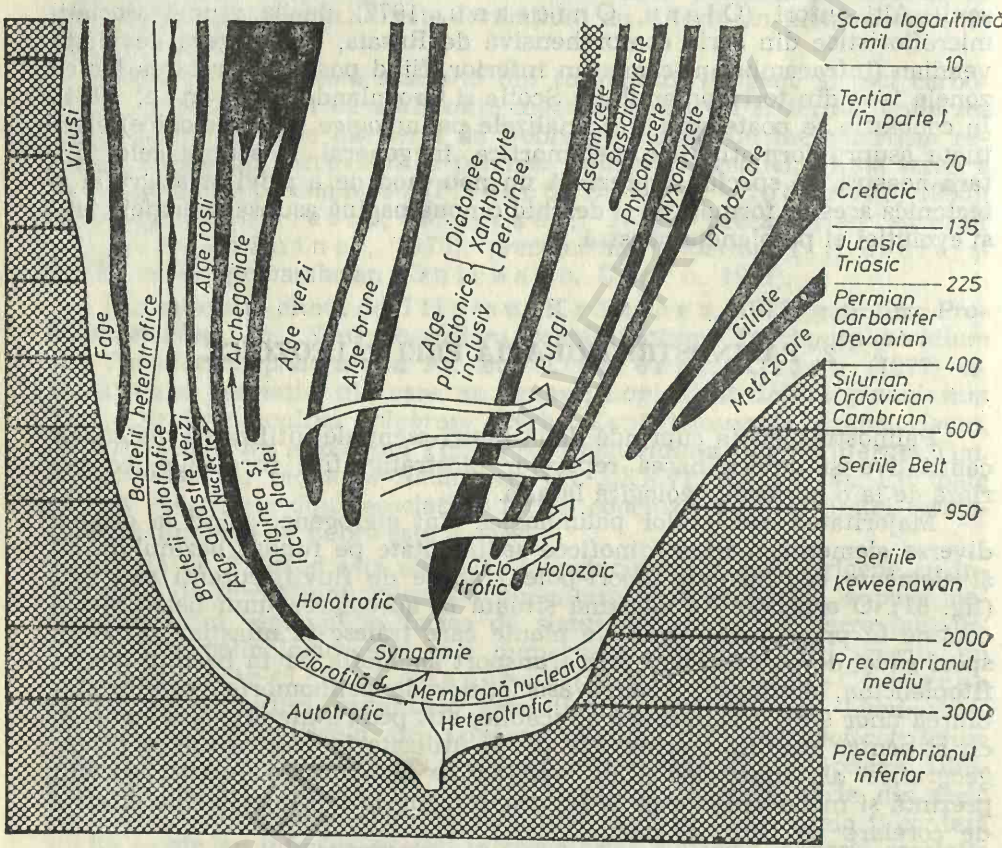


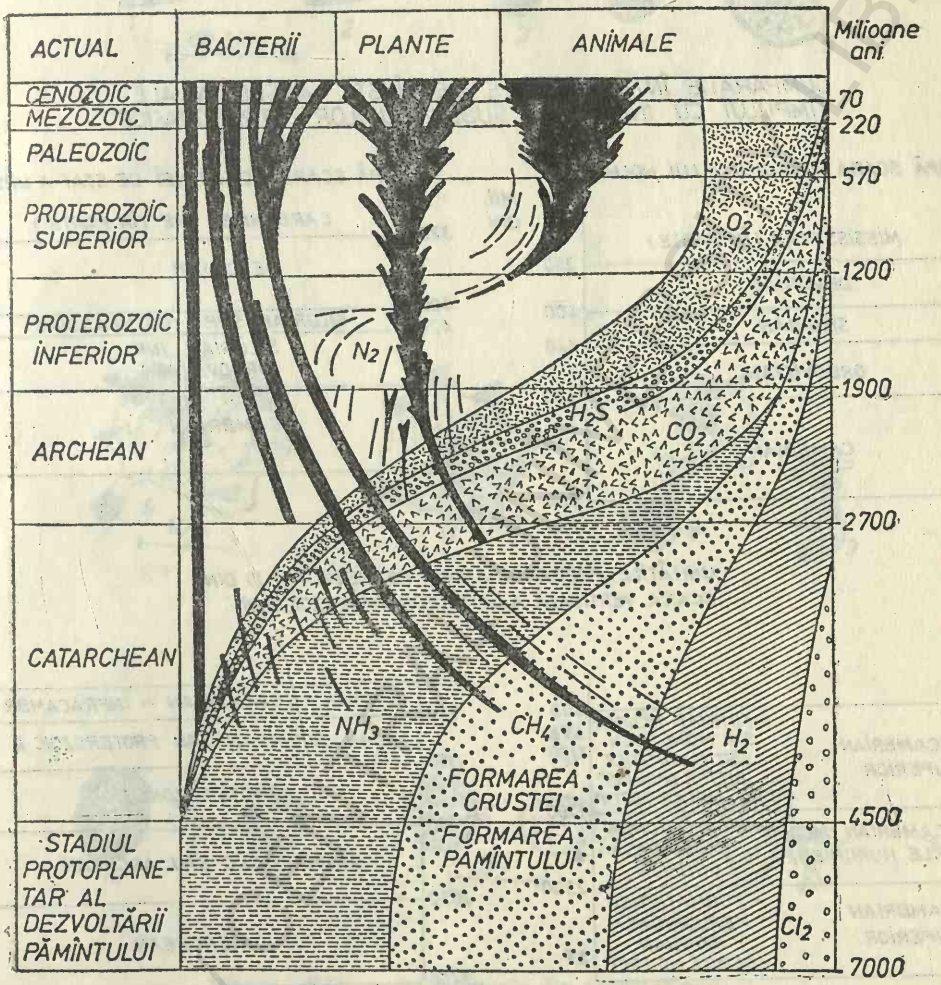
Fig. 61 — Modul de răspîndire şi distribuţia pe zone a sporilor şi polenului (după C. A. Hopping, 1967).



PROGRESIUNEA FILETICĂ ÎN EVOLUȚIA ORGANISMELOR

Planșa LXI — Progresiunea filetică în evoluția organismelor.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

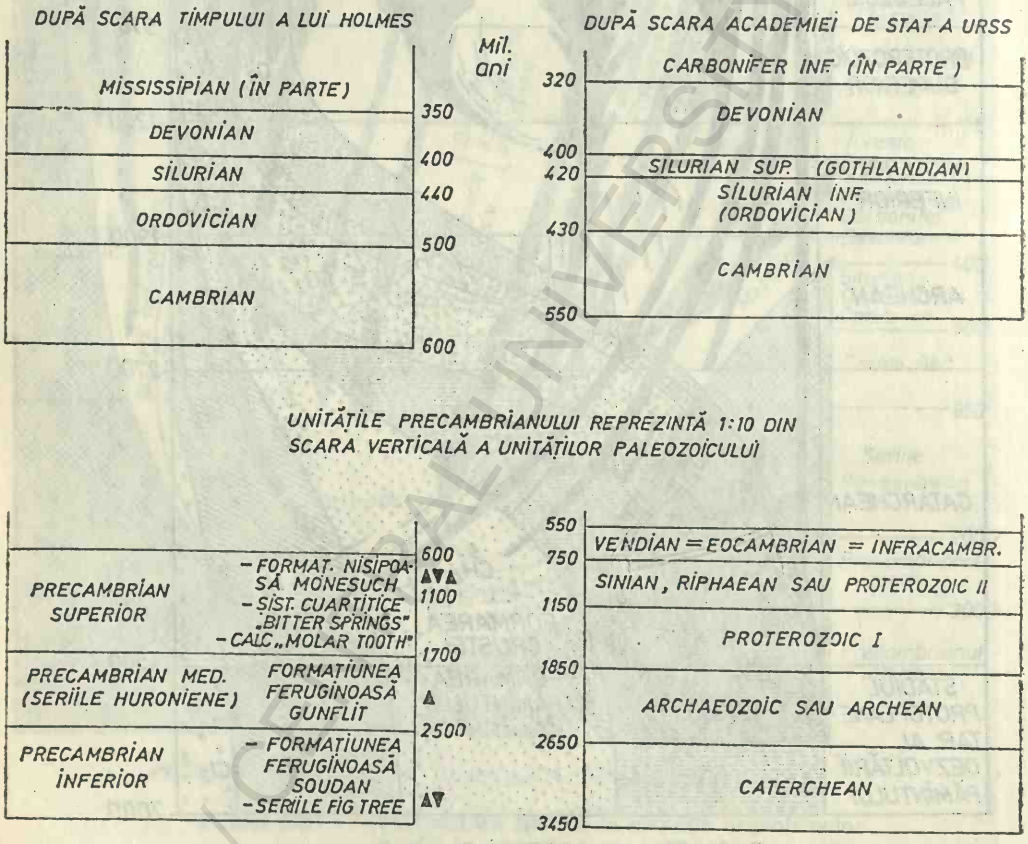


EVOLUȚIA ATMOSFEREI ȘI VIEȚII TERESTRE

Planșa LXII: Evoluția atmosferei și vieții terestre.

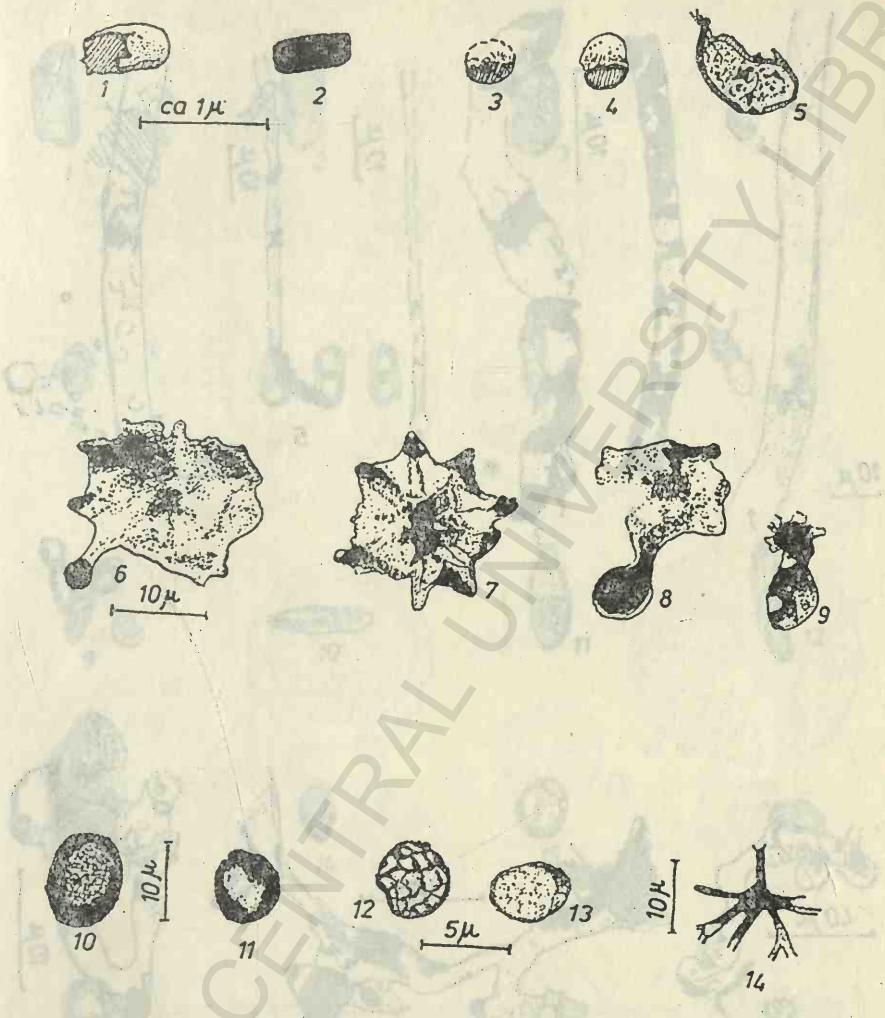
BCU IASI LIBRARY

COMPARAȚIE ÎNTRE SCĂRILE DE VÎRSTĂ ABSOLUTĂ ALE TIMPULUI CU ÎNDICAREA SUBDIVIZIUNILOR STRATIGRAFICE



Planșa LXIIII: Comparație între scările de vîrstă absolută ale timpului cu indicarea subdiviziunilor stratigrafice.

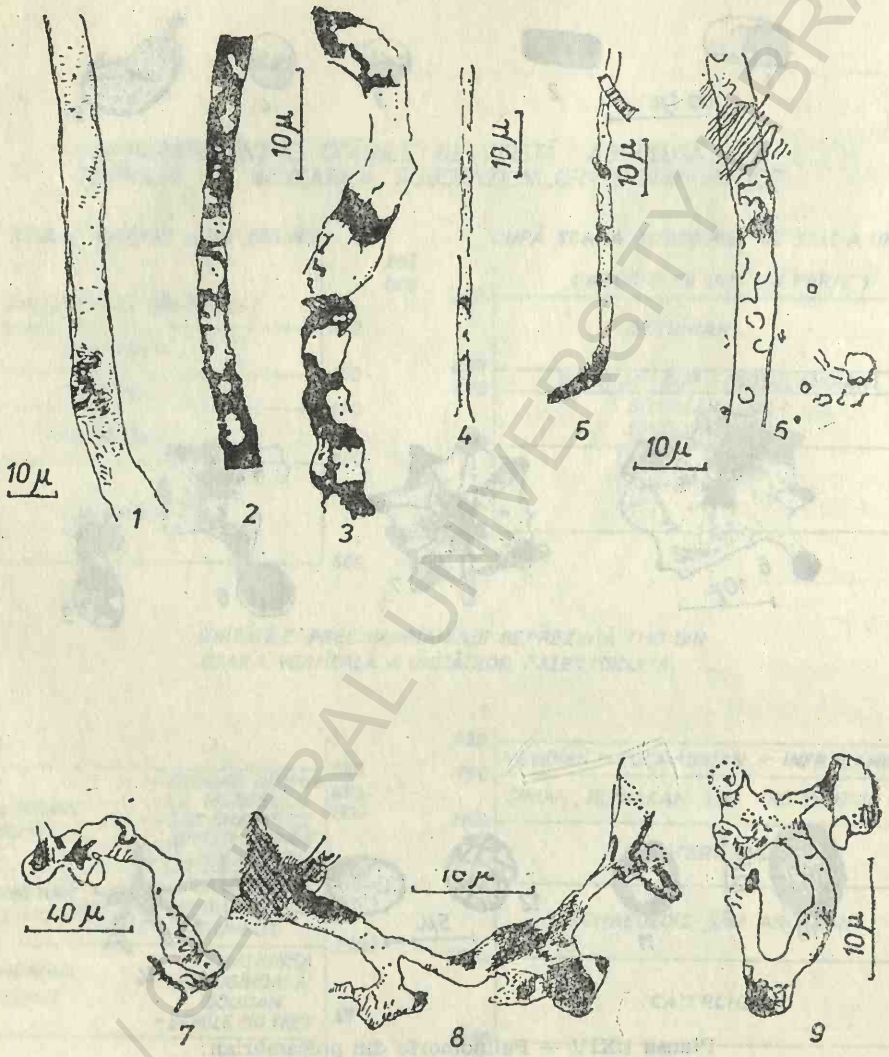
BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LXIV — Palinomorfe din precambrian:

1—5 — organisme baciliforme extrase din şisturile cuarţitice (chert-uri) ale *formaţiunii de Fig Tree* (*1* — forma exterioară a bacteriei *Eobacterium isolatum* Barghoorn & Schopf; *2* — replica opacă a bacteriei *Eobacterium isolatum; 3, 4* — secţiuni transversale prin *Eobacterium; 5* — un exemplar deformat de *Eobacterium* a cărui suprafaţă pare a fi granulată, × cca. 25 000); *6—9* — *Kakabekia umbellata* Barghoorn (*6* — *K. umbellata* Barghoorn, holotip, × cca. 1763); *10* — *Huronispora microreticulata* Barghoorn, ×1566; *11* — *H. macroreticulata* Barghoorn, ×1620; *12* — *H. macroreticulata* holotip, ×3132; *13* — *Huronispora psilata* Barghoorn, holotip, ×3132; *14* — *Eoastrion bifurcatum* Barghoorn, × 3132.

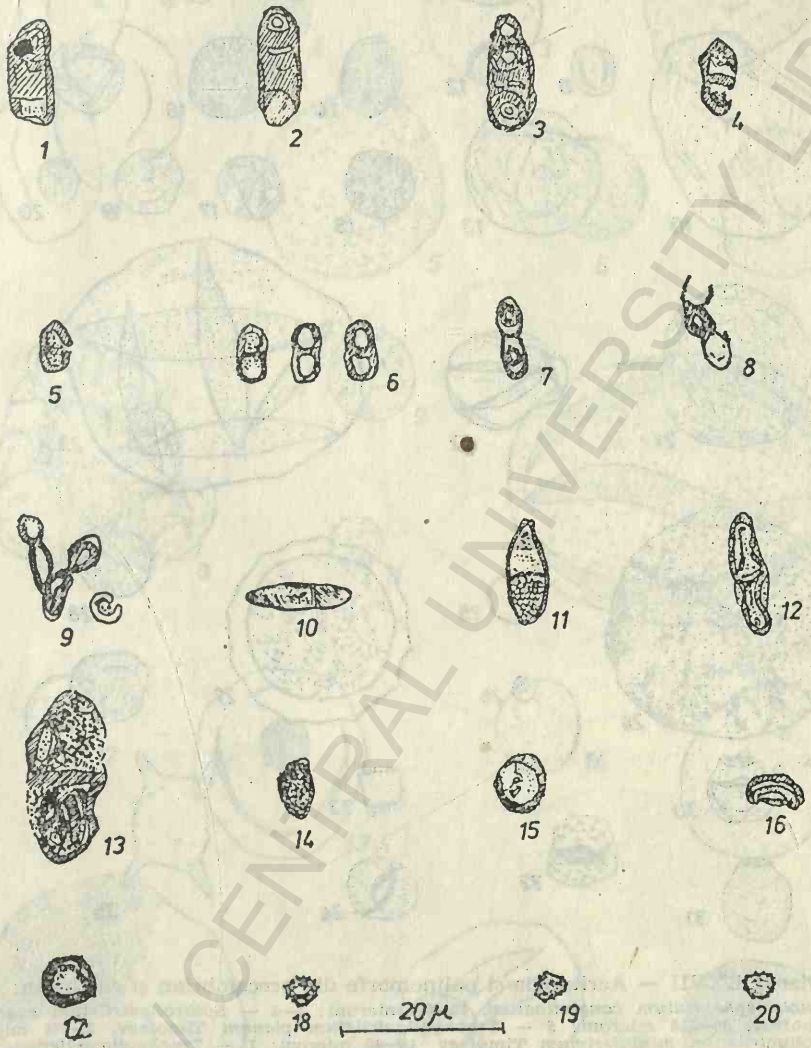
BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXV — Palinomorfe din precambrian:

1 — *Animikiea septata* Barghoorn, ×830; *2* — *Gunflintia grandis* Barghoorn, ×2135; *3* — *G. grandis* Barghoorn, holotip, ×2135; *4* — *G. minuta* Barghoorn, holotip, ×1440; *5* — *G. minuta* Barghoorn, ×935; *6* — *Entosphaeroides amplus* Barghoorn, holotip, ×1235; *7* — *Archaeorestis schreiberensis* Barghoorn, ×435; *8* — *A. schreiberensis* Barghoorn, holotip, ×2038; *9* — *A. schreiberensis* Barghoorn, ×2038.

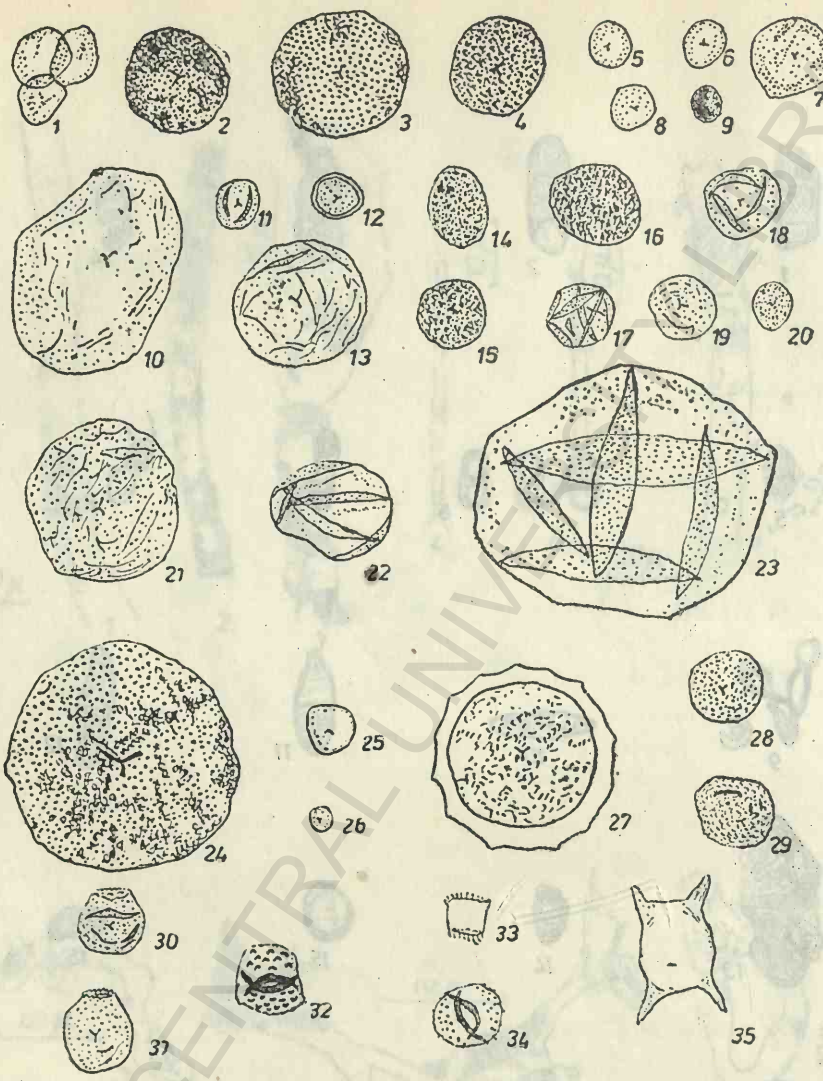
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXVI — Palinomorfe din precambrian:

1—3 — Milliaria implexa multiplex Pflug; *4—6 — Milliaria implexa bipartita* Pflug; *7—9 — Fibularix funicula* Pflug; *10* — corp fusiform bicelular cu conținut în materie organică; *11—12 — Fibularix funicula* Pflug (aceste filamente sînt stadii intermediare între speciile de *Fibularix* menționate mai sus); *13 — Fibularix porulosa* Pflug (formă cu suprafața punctată); *14 — Fibularix spinosa* Pflug; *15—17 — Catinella polymorpha* Pflug (probabil forme unicelulare de alge verzi); *18—20 — Scintilla perforata* Pflug (ornamentația este asemănătoare cu cea de la acritarchi, specii de talie mică) (*1—20*, ×1500).

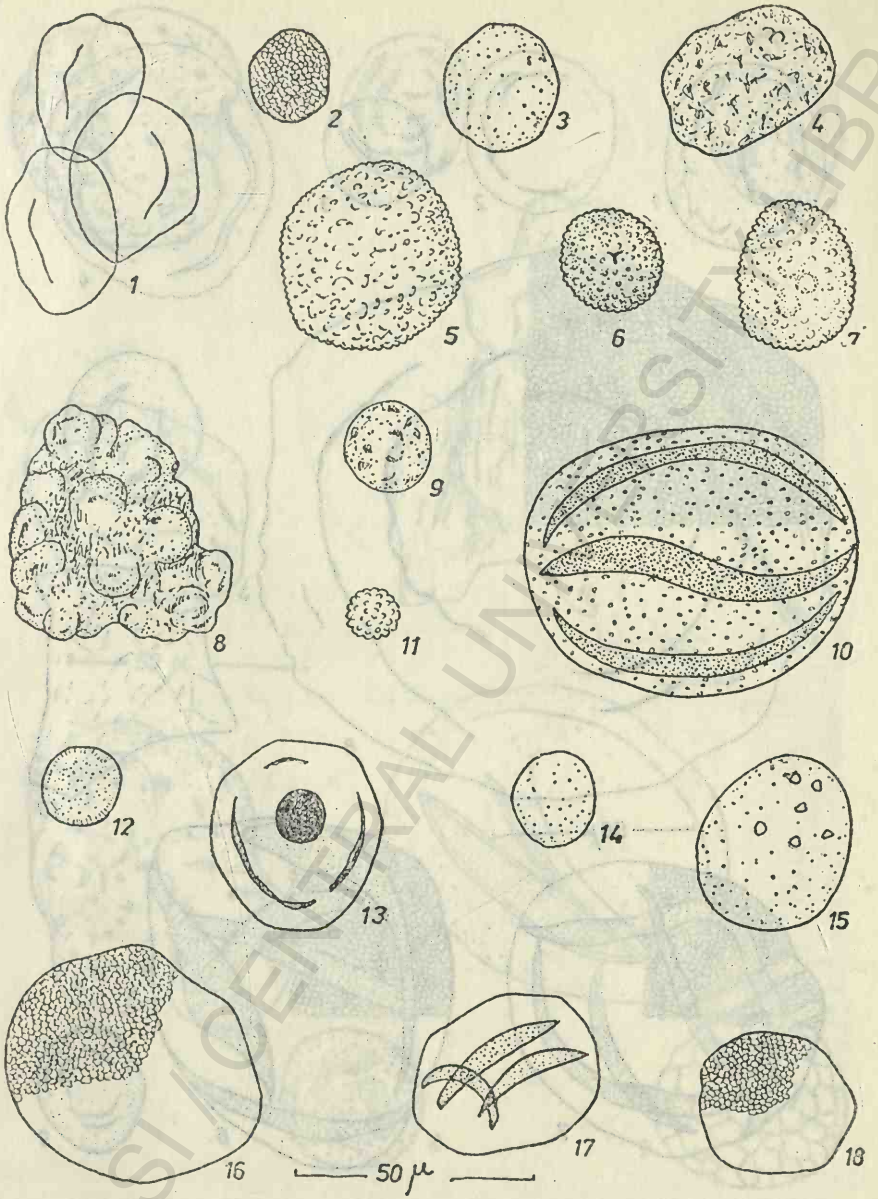
BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LXVII — Acritarcha şi palinomorfe din precambrian şi cambrian:

1 — *Protoleiosphaeridium conglutinatum*, *20—30* microni; *2—4* — *Bothroligotriletum exasperatum* Timofeev, 30—110 microni; *5* — *Trachyoligotriletum planum* Timofeev, 35—70 microni; *6* — *Leioligotriletum minutissimum* Timofeev, 15—40 microni; *7* — *Trachyoligotriletum nevelense* Timofeev, 40—80 microni; *8* — *Trachyoligotriletum minutum* Timofeev, 10—40 microni; *9* — *Trachyoligotriletum absolutum* Timofeev, 40—130 microni; *10* — *Trachyoligotriletum obsoletum* Timofeev, 100 microni; *11* — *Leioligotriletum bistrowi* Timofeev, 30—33 microni; *12* — *Stenozonoligotriletum sokolovi* Timofeev, 10—50 microni; *13* — *Leioligotriletum compactum asperatum* Timofeev 30—90 microni; *19, 20* — *Leioligotriletum minutissimum* Timofeev croni; *17, 22* — *Leioligotriletum glumaceum* Timofeev, 35—105 microni; *18* — *Trachyoligotriletum asperatum* Timoofeev 30—90 microni; *19, 20* — *Leioligotriletum minutissimum* Timofeev 15—40 microni; *21* — *Bothroligotriletum plicatile* Timofeev, 75—135 microni; *23* — *Leioligotriletum ochroleucum* Timofeev 150—190 microni; *24* — *Bothroligotriletum acutum* Timofeev, 110—170 microni; *25, 26* — *Stenozonoligotriletum sokolovi* Timofeev, 10—15 microni; *27* — *S. dedaleum* Timofeev, 87—97 microni; *28* — *S. validum* Timofeev, 44×47 microni; *29* — *Lopholigotriletum crispum* Timofeev, 40×48 microni; *30* — *Ooidium invinsum* Timofeev, 40×42 microni; *31* — *Zonooidium piriforme* Timofeev, 45×50 microni; *32* — *Lophorhytidodiacrodium lutkevischi* Timofeev, 35×45 microni; *33* — *Dasydiacrodium trapezoideum* Timofeev, 30 microni; *34* — *Acanthorhytidodiacrodium unigeminum* Timofeev, 25×35 microni; *35* — *Acanthodiacrodium schmidti* Timofeev, 35×55 microni (*1—35*, ×300).

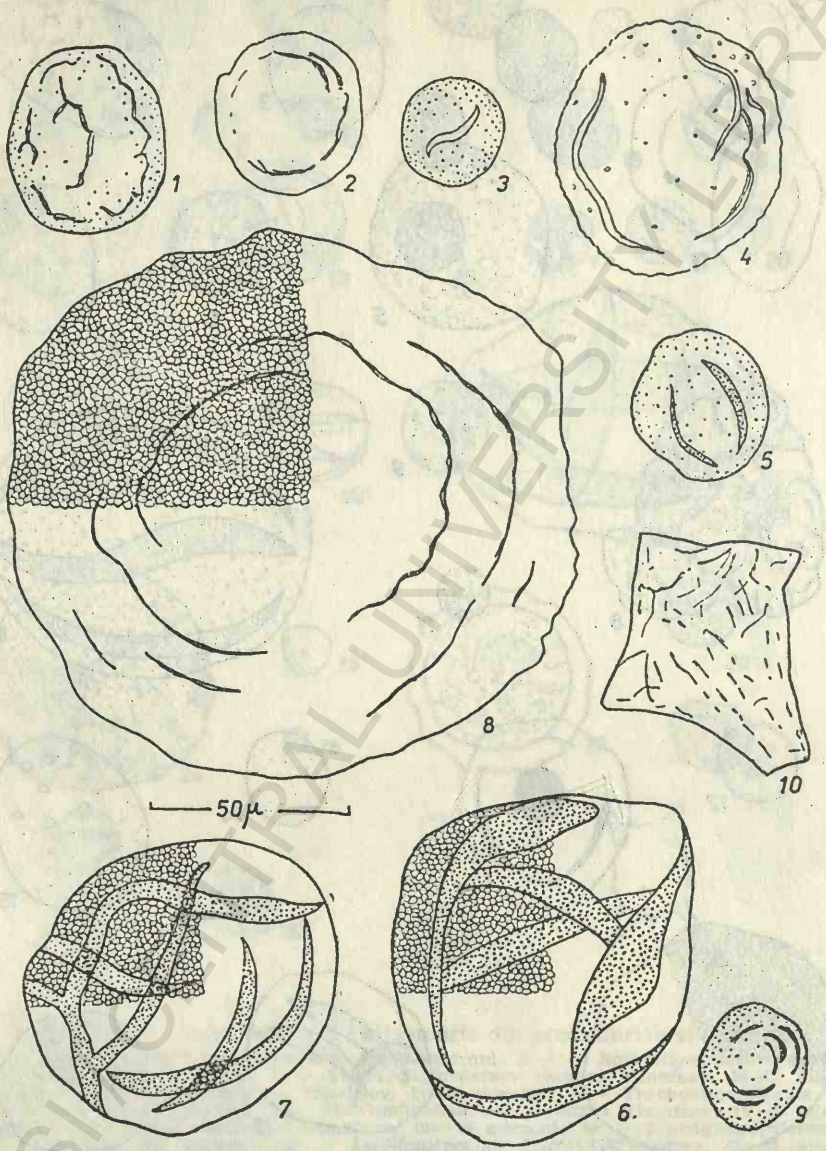
BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXVIII — Palinomorfe din proterozoicul din Karelia (U.R.S.S.):

1 — *Synsphaeridium conglutinatum* Timofeev; *2, 3, 5—7, 14, 18* — *Protosphaeridium* sp.; *4, 9* — *Protosphaeridium flexuosum* Timofeev; *8* — *Gleocapsomorpha* sp.; *10, 16* — *Protosphaeridium acis* Timofeev; *11* — *Protosphaeridium scabridium* Timofeev; *12* — *Protosphaeridium patelliforme* Timofeev; *13* — *Nucellosphaeridium minutum* Timofeev; *15* — *Trematosphaeridium* sp.; *17* — *Protosphaeridium paleaceum* Timofeev (*1—17*, ×550).

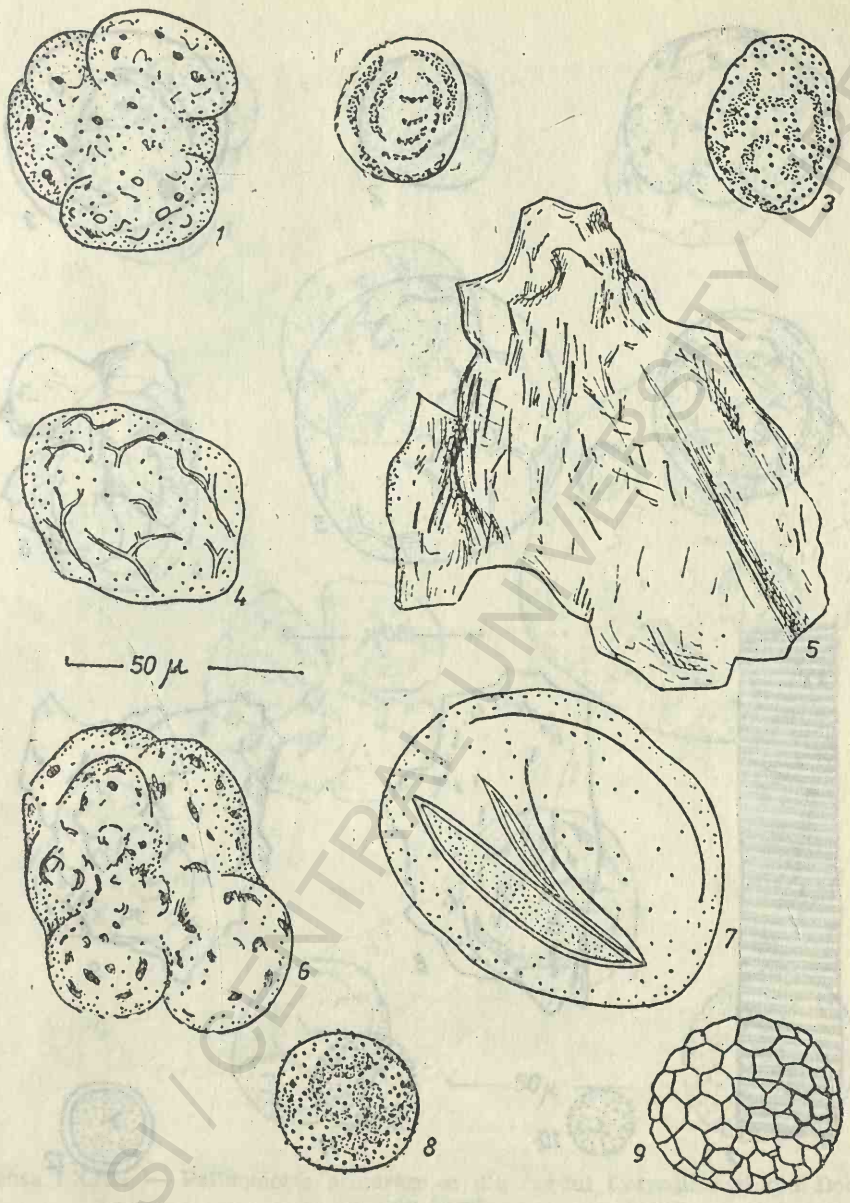
BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXIX — Palinomorfe din proterozoicul superior din regiunea Ucrainei și R.S.S. Moldovenească:

1 — *Stictosphaeridium sinapticuliferum* Timofeev; *2* — *Protosphaeridium laccatum* Timofeev; *3* — *Protosphaeridium densum* Timofeev; *4* — *P.* sp.; *5* — *Protosphaeridium acis* Timofeev; *6* — *Trachysphaeridium attenuatum* Timofeev; *7* — *Trachysphaeridium uspensky* Timofeev; *8* — *T. laminaritum* Timofeev; *9* — *Protosphaeridium rigidulum* Timofeev; *10* — *Laminaritites* sp. (*1—10*, × 550).

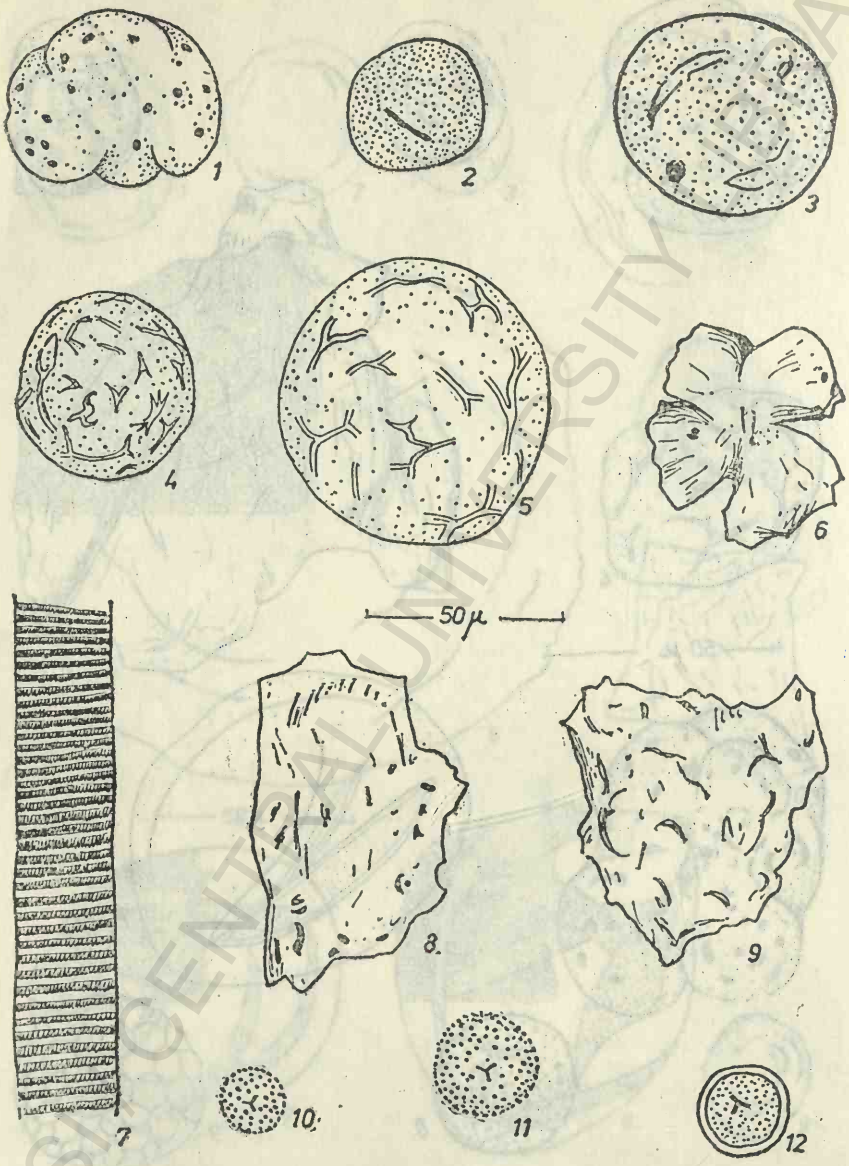
BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXX — Palinomorfe vendiene din Podolia (U.R.S.S.):

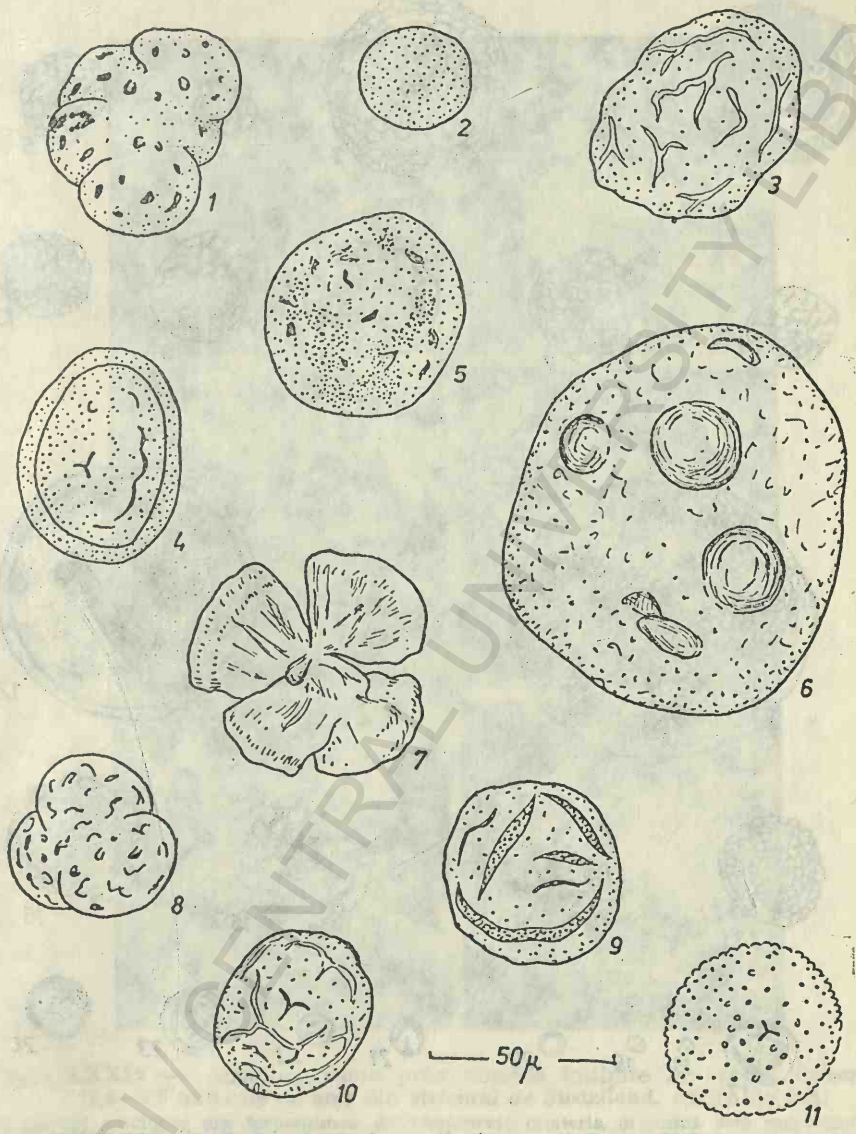
1, 6 — *Gleocapsomorpha prisca* Zal; *2* — *Protosphaeridium densum* Timofeev; *3* — *P. acis* Timofeev; *4* — *Stictosphaeridium implexum* Timofeev; *5* — *Laminarites* sp.; *7* — *Leiosphaeridia eisenackia* Timofeev; *8* — *Protosphaeridium* sp., *9* — *Symplassosphaeridium incrustatum* Timofeev (*1—9*, × 600).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LXXI — Palinomorfe vendiene din Podolia (U.R.S.S.):
1 — *Gleocapsomorpha prisca* Zal; *2* — *Protosphaeridium densum* Timofeev; *3* — *Protosphaeridium laccatum* Timofeev; *4* — *Stictosphaeridium implexum* Timofeev; *5* — *Stictosphaeridium sinapticuliforum* Timofeev; *6* — *Turuchanica alara* Rud.; *7* — *Oscillatorites vernadskii* Schep.; *8, 9* — *Laminarites* sp.; *10* — *Protopshaeridium tuberculiferum* Timofeev; *11* — *Lopholigotriletum crispum* Timofeev; *12* — *Stenozonoligotriletum validum* Timofeev. (1—12, × 550).

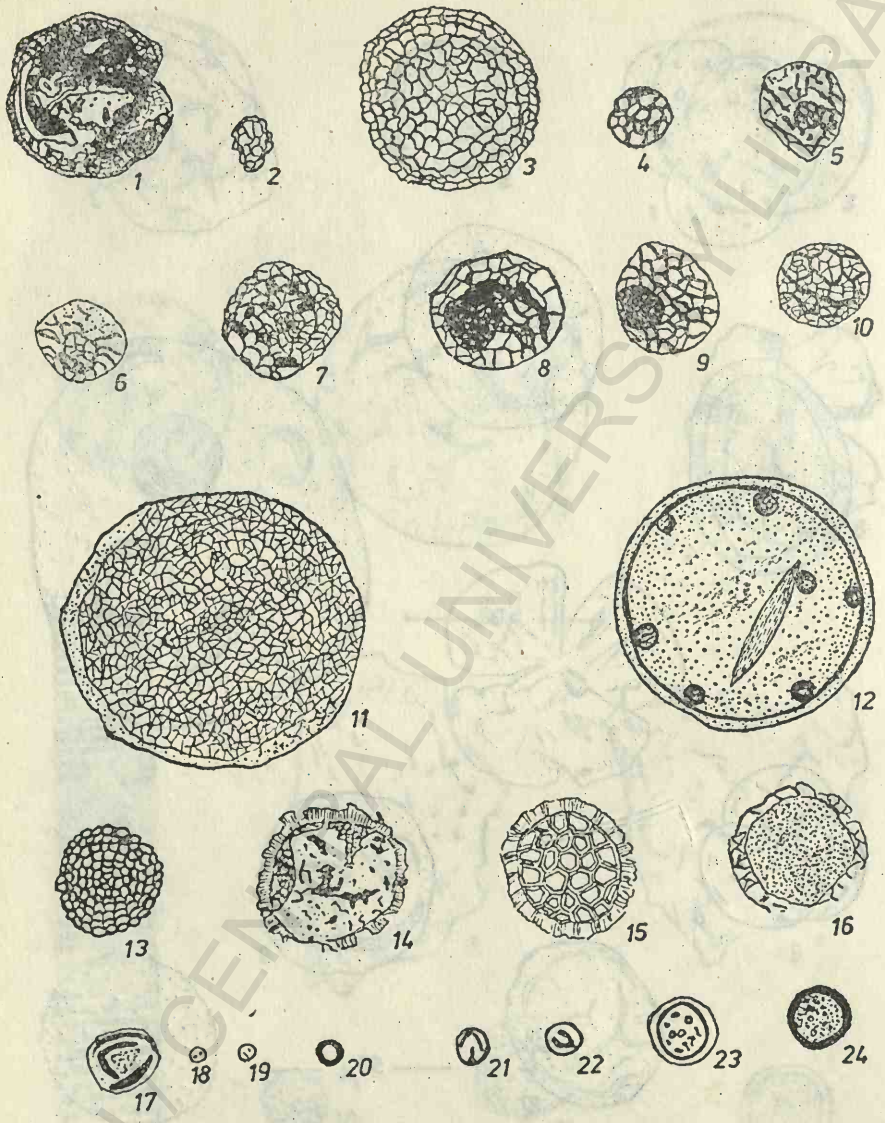
BCU SIBIU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXXII — Palinomorfe proterozoice din nordul Carpaților și din Dobrogea de Nord:

1, 8 — Gleocapsomorpha prisca Zal; *2 — Protosphaeridium densum* Timofeev; *3 — Stictosphaeridium implexum* Timofeev; *4 — Tasmanites* sp.; *5 — Protosphaeridium laccatum* Timofeev; *6 — Trematosphaeridium holtedahlii* Tim.; *7 — Turuchanica alara* Rud.; *9 — Kildinella hyperboreica* Tim.; *10 — Stictosphaeridium sinapticuliferum* Tim.; *11 — Lopholigotriletum crispum* Tim. ((*1—11*, ×550).

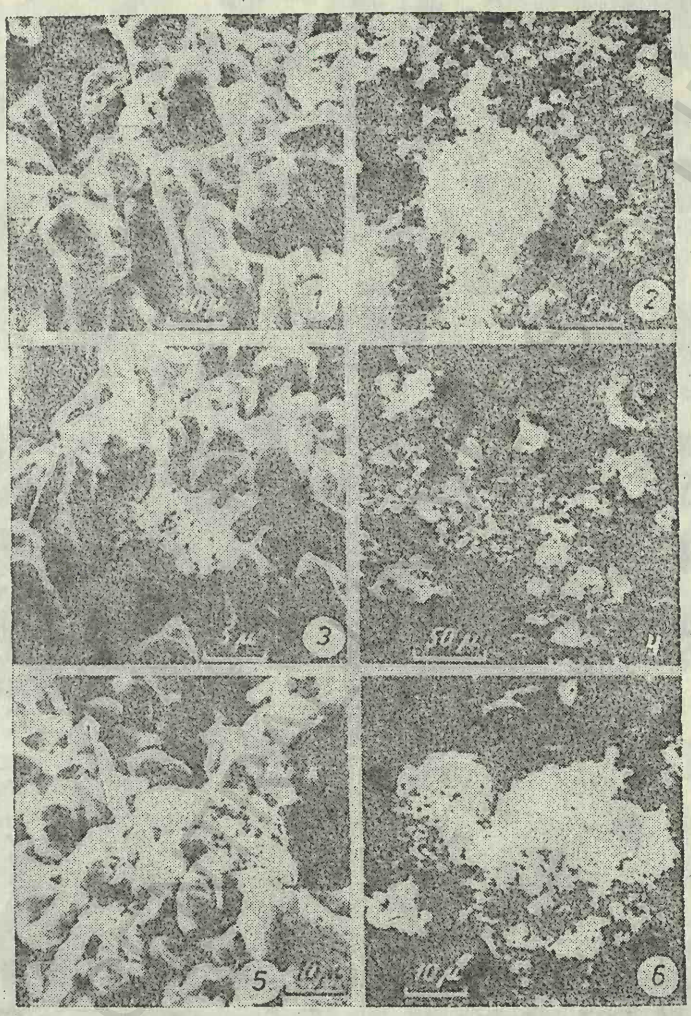
BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa LXXIII — Palinomorfe din proterozoicul regiunii Eurasiatice:

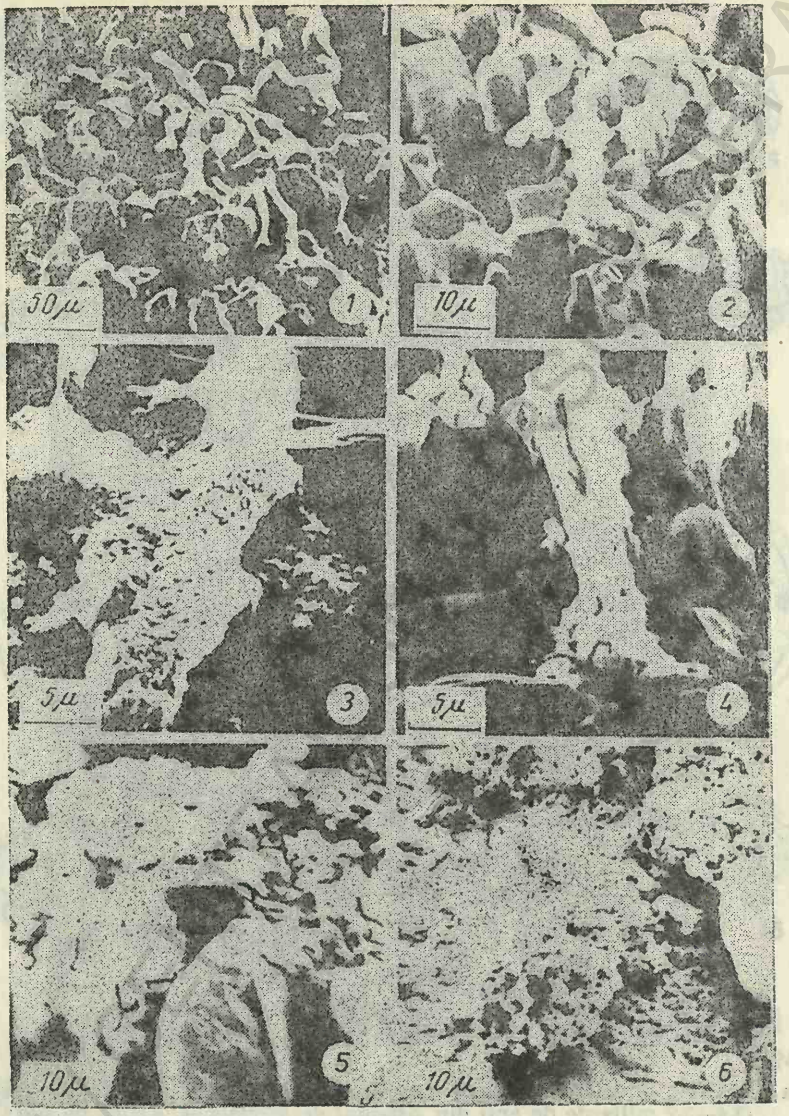
1 — *Concentrica manifesta* Naumova; *2* — *Concentrica solida* Naumova; *3* — *Concentrica miranda* Naumova; *4* — *Archaeofavosina minuta* Naumova; *5, 6* — *Atrichum* sp.; *7* — *Archaeofavosina miranda* Naumova; *8* — *Archaeodiscina glabra* Naumova; *9—10* — *A. microrugosa* Naumova; *11* — *Favosina typica* Naumova; *12* — *Leiomarginata simplex* Naumova; *13* — *Lophosphaera normalis* Naumova; *14* — *L. truncata* Naumova; *15* — *Diatyosphaera prisca* Naumova; *16* — *Sacculina typica* Naumova; *17* — *Trachysphaera vulgaris* Naumova; *18, 19* — *Margominuscula prisca* Naumova; *20* — *M. opipara* Naumova; *21, 22* — *M. simplex* Naumova; *23* — *Leiomarginata communis* Naumova; *24* — *L. glabra* Naumova (*1—24*, × 500).

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



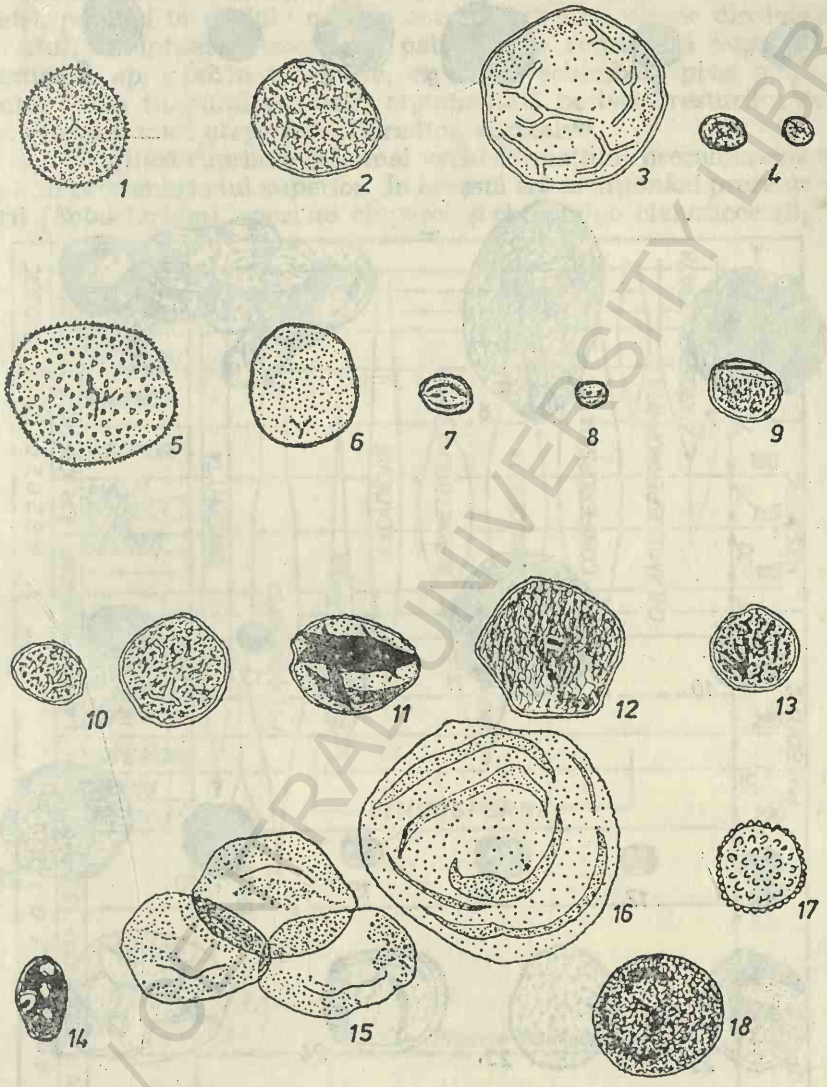
Planşa LXXIV — Microorganisme precambriene întîlnite în *grupul Onverwacht* (3,4—3,7 miliarde de ani) din *sistemul de Swaziland,* Africa de sud:

1 — şisturi silicioase din *formaţiunea de Theespruit* (materia organică este reprezentată prin particule mici, neregulate; *2* — forme sferoidale asociate cu reziduu organic, degajate din *formaţiunea de Theespruit; 3, 5* — şisturi silicioase de la partea superioară a *grupului de Onverwacht, formaţiunea de Kromberg* (materia organică este mai frecventă fiind detaşată suprafaţa granuleror de silice); *4* — vedere mărită a sferoidelor organice întîlnite la partea superioară a *grupului Onverwacht, formaţiunea de Swartkoppie; 6* — sferoide din *formaţiunea de Swartkoppie* (fotografii la microscopul electronic, ×5000).



Planşa LXXV — Microorganisme precambriene întîlnite în *grupul Onverwacht* din *sistemul de Swaziland*, Africa de sud:

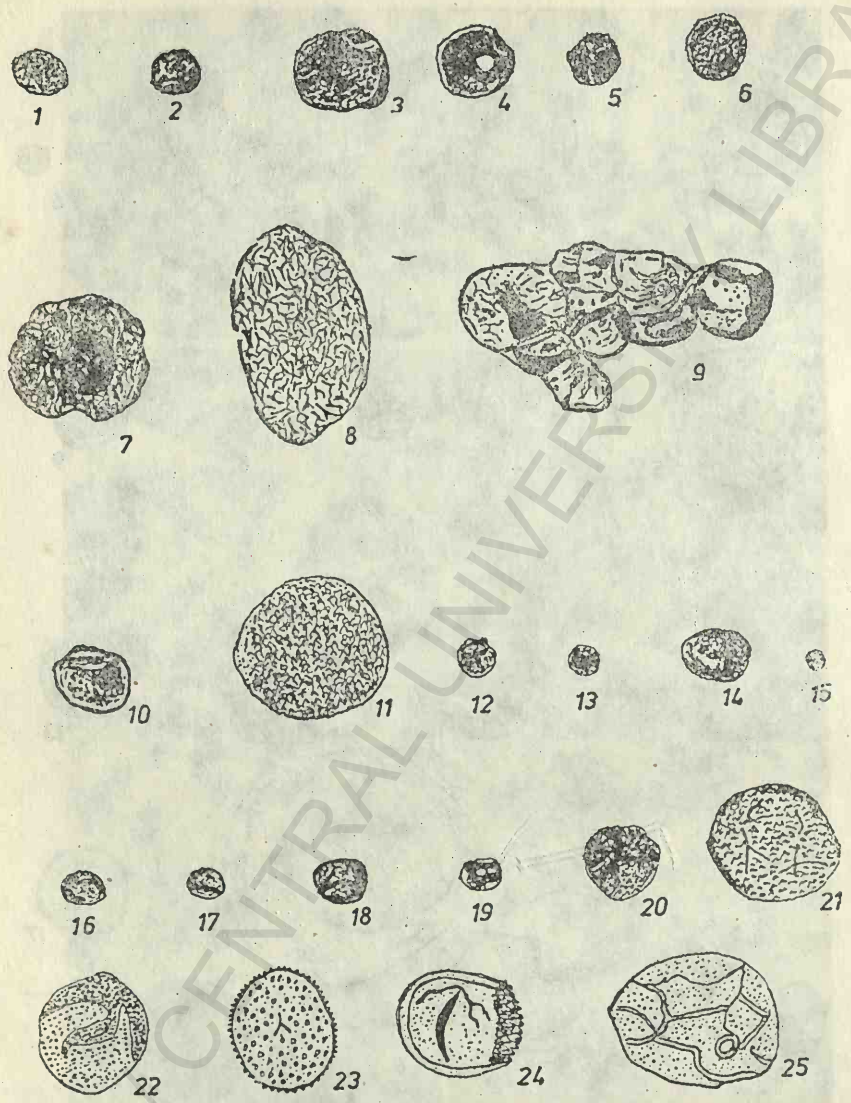
1—3 — şisturi silicioase din *grupul Onverwacht, formaţiunea de Swartkoppie* reprezentînd filamente parţial detaşate din matricea silicioasă; *4* — material organic filamentos detaşat din *formaţiunea de Swartkoppie; 5* — şisturi silicioase din *seria de Fig Tree*, ce conţin materie organică (sferoide); *6* — sferoide organice detaşate din *grupul de Onverwacht* (fotografii la microscopul electronic. ×5000).



Planșa LXXVI — Palinomorfe întîlnite în șisturile cristaline din *seria de Rebra*, Carpații Orientali — România:

1 — *Lophosphaeridium grumosum* Timofeev; *2* — *Archaeosacculina salebrosa* Pych.; *3* — *Stictosphaeridium implexum* Timofeev; *4* — *Lophominuscula prima* Naumova; *5* — *Protosphaeridium tuberculiferum* Timofeev; *6* — *Protosphaeridium* sp.; *7* — *Margominuscula rugosa* Naumova; *8* — *M. regularis* Naumova; *9* — *Trachypsophosphaera minutissima* Naumova; *10* — *Psophosphaera obscura* Pych.; *11* — *Archaeopsophosphaera* cf. *simplex* Naumova: *12* — *Spumosata simplex* Naumova; *13* — *Psophosphaera salebrosa* Pych.; *14* — *Polyporata verrucosa* Pych.; *15* — *Synsphaeridium conglutinatum* Timofeev; *16* — *Trachysphaeridium attenuatum* Timofeev; *17* — *Protosphaeridium torulosum* Timofeev; *18* — *P. rigidulum* Timofeev (*1—18*, × 500).

BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planşa LXXVII — Palinomorfe şi acritarchi din *seria de Tulgheş*, Carpaţii Orientali — România:

1, 2 — *Leiominuscula minuta* Naumova; *3—5* — *Spumosata prima* Naumova; *6* — *Spumosata* sp.; *7, 8* — *Spumosata nova* Pych.; *9* — *Protomassulina minutissima* Naumova; *10* — *Margominuscula rugosa* Naumova; *11* — *M. regularis* Naumova; *12, 13* — *M. tremata* Naumova; *14* — *Lophominuscula prima* Naumova; *15* — *Margominuscula prisca* Naumova; *16, 17* — *Lophominuscula minuta* Naumova; *18* — *Trachyminuscula microrugosa* Naumova; *19* — *Margomassulina minor* Naumova; *20* — *Leiopsophosophaera rarorugosa* Naumova; *21* — *Archaeosacculina salebrosa* Pych.; *22* — *Protosphaeridium densum* Timofeev; *23* — *Lopholigotriletum grumosum* Timofeev; *24* — *Zonooidium guttiforme* Timofeev; *25* — *Stictosphaeridium sinapticuliferum* Timofeev (*1—25*, × 500).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

botanic este estompat de variabilitatea specifică extrem de mare în modul de producere și dispersie al palinomorfelor. Pe continent, imaginea floristică locală este foarte puternică și se păstrează pe un spectru de zeci de metri, pe cînd în mediile marine acest spectru își pierde din imaginea (conținutul) sa inițială. Asociațiile palinologice reprezintă vegetația înconjurătoare aproape în totalitate, cu unele schimbări prea puțin importante. Scara timpului geologic, argumentată pe baza resturilor de vegetale, relevă 5 mari etape paleofloristice, succesive.

Era arheofitică cuprinde cele mai vechi formațiuni precambriene și ține pînă în precambrianul superior. În această eră menționăm prezența unor bacterii *(Eobacterium)*, spori de ciuperci și chiar alge cianoficee (fig. 62).

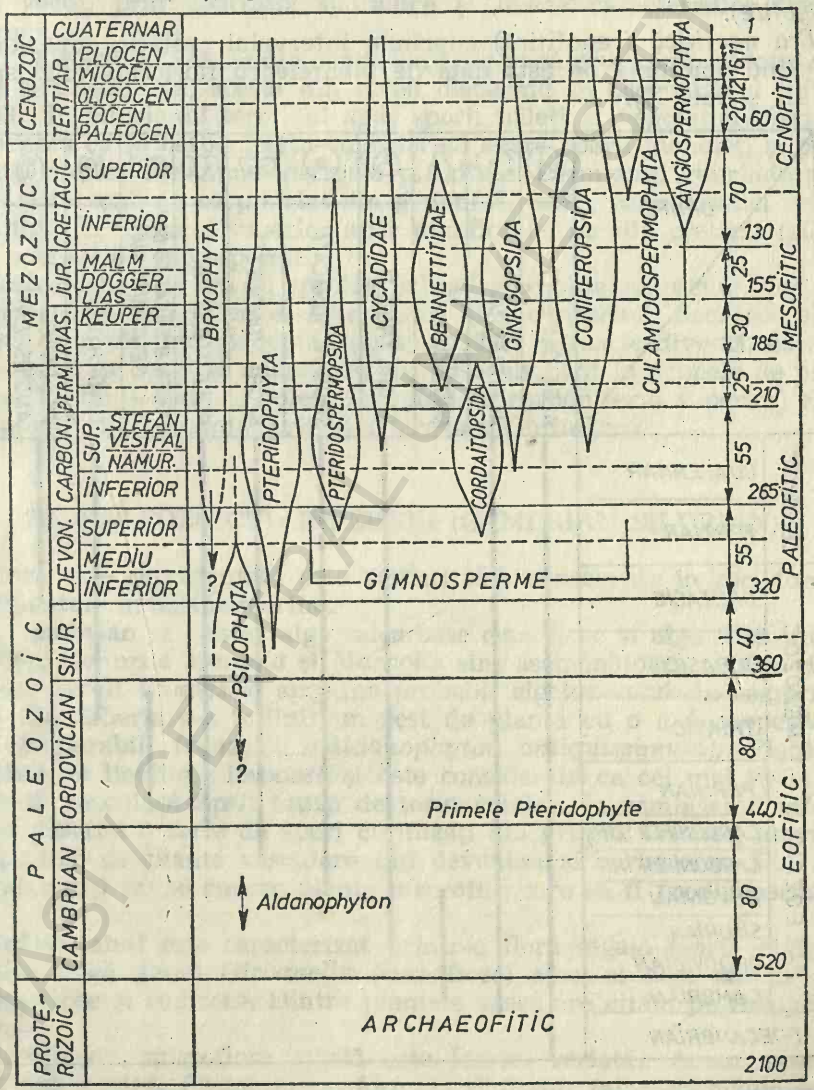


Fig. 62 — Marile etape evolutive ale vegetației în decursul erelor geologice.

Era eofitică corespunde intervalului cambrian superior-silurian inferior, fiind supranumită și era algelor, în care apar și evoluează aproape toate grupele de talofite (rodofite, clorofite), precum și „plante vasculare" problematice, cum ar fi *Aldanophyton antiquissimum*, descris de Kristofovici, din depozitele cambrianului mediu din Siberia (fig. 62).

Era paleofitică începe din silurianul superior. În această „eră" apar primele resturi de plante vasculare *(Psilofite, Licofite, Sfenofite* și *Ferigi).* Tot acum apar și primele gimnosperme *(Pteridosperme).* Plantele vasculare vor evolua în intervalul silurian superior-permian inferior.

Era mesofitică aparține intervalului permian superior-cretacic inferior, fiind dominată de gimnosperme *(Pteridosperme, Cycadofite, Conifere, Ginkgofite).*

Era neofitică (cenofitică) cuprinde intervalul cretacic superior-neozoic, fiind dominată de astă dată de plantele cu flori sau angiosperme (tab. IX și tab. X).

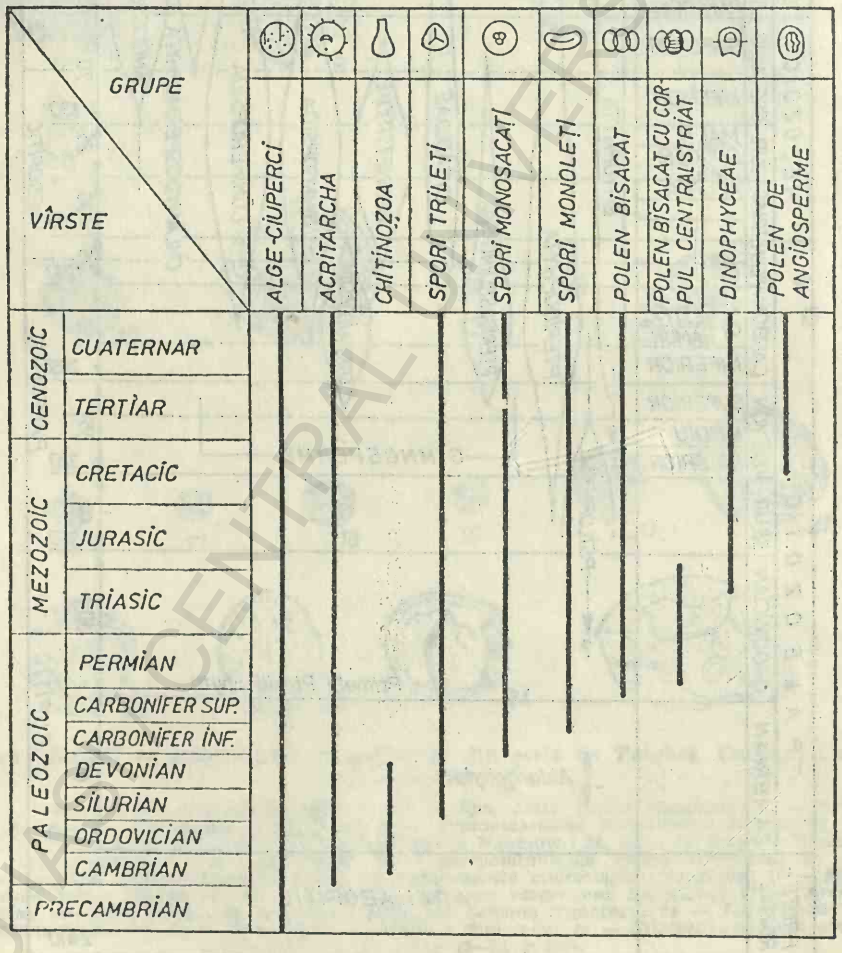


Fig. 63 — Distribuția stratigrafică a principalelor grupe de palinomorfe.

Saltul calitativ în evoluţia plantelor a fost atins în devonian cînd apar principalele grupe de pteridofite, apoi gimnospermele în permianul superior care se vor diversifica evoluînd dintr-un trunchi comun cu cordaitalele, coniferele şi bennetitalele. Cretacicul superior marchează apariţia angiospermelor, care vor radia în neozoic, fixîndu-se şi constituind ulterior provinciile floristice actuale.

Dacă ne referim la palinomorfe, încă din precambrianul mediu se întîlnesc organisme simple globoide, ovoidale, apropiate sporilor de alge şi ciupercilor, care sînt prezente şi în precambrianul superior. Aceste organisme simple sînt greu de utilizat în corelările stratigrafice ale seriilor foarte vechi, prin apariţiile sporadice şi foarte caracteristice fiecărui continent.

În paleozoic şi anume din cambrian apar două grupe importante, Acritarcha şi Chitinozoa, acesta din urmă dispărînd în carboniferul inferior (fig. 63). În silurianul terminal apar sporii trileţi ai vegetaţiei pteridofitice, pentru ca în carboniferul superior să apară sporii monoleţi şi primii bisacaţi, produşi de gimnospermele primitive. Permianul cuprinde polen mono- şi bisacat, cu corp striat din grupul *Striatiti,* caracteristici permo-triasicului. În triasicul superior apar dinoficeele, iar din cretacic (albian) apare polenul de angiosperme.

Paleozoicul este era cu spectre palinologice bine cunoscute, dar şi cu asociaţiile cele mai diferite. Este o eră bine cunoscută, deoarece a fost studiată de mult timp (începînd cu anul 1837) şi foarte diversă, deoarece multe tipuri de spori şi microspori nu au echivalent în grupele de plante actuale. Pe lîngă spori şi polen (începînd cu carboniferul superior) există şi fitoplancton reprezentat prin Acritarcha şi Chitinozoa.

2.1. PALEOZOICUL INFERIOR (CAMBRIAN-SILURIAN)

Flora este reprezentată prin resturi slab conservate în roci formate şi sedimentate în bazine marine.

În **cambrian** se cunosc alge calcaroase cianoficee şi alge filamentoase rodoficee. Genurile *Morania* şi *Marpolia* sînt asemănătoare algelor cianoficee, iar genul *Yuknessia* aparţine probabil algelor verzi. În cambrianul mediu din Siberia s-a întîlnit un rest de plantă cu o axă acoperită de spini comparabili frunzelor *(Aldanophyton antiquissimum).* Planta se aseamănă cu licofitele ierboase şi este considerată ca cel mai vechi rest de plantă vasculară lipsit totuşi de ţesut celular. În cambrianul inferior au fost descrişi o serie de spori cutinizaţi din grupul *Triletes,* asemănători sporilor de plante vasculare din devonian şi carbonifer. Din acest interval totuşi nu se cunosc plante macrofite care să fi produs asemenea spori.

Ordovicianul este caracterizat printr-o floră algală foarte diversificată. Pe lîngă genul *Girvanella* (cianoficee) apar şi alge dasicladacee, solenoporacee şi codiacee. Dintre plantele vasculare citäm pe *Boiophyton pragense.*

În **silurian,** microflora algală este foarte variată. Acum apare o plantă enigmatică, *Prototaxites,* formată dintr-un tal asemănător cu un „trunchi" de pînă la 1 m în diametru şi cu o structură internă fin tubulară,

tuburi septate, amestecate sub formă de rețea, silicifiate sau calcifiate. Deoarece structura este lipsită de țesuturi diferențiate ca și de vase lemnoase, planta are caractere taloide, făcînd trecerea după unii autori de la alge brune la briofite. Lang și Cookson descriu, din silurianul superior din Australia, o plantă, *Baragwanathia longifolia*, și două fructificații, sub numele de *Yarravia*. Prin caractere morfologice,, axă ierboasă, sporangi axilari acestea sînt plante apropiate de licofite.

Palinomorfele sînt reprezentate prin Acritarcha și Chitinozoa. După Timofeev, diversitatea grupului Acritarcha începe din cambrianul mediu cînd predomină genurile *Acanthodiacrodium, Lophodiacrodium* și *Trematosphaeridium*.

În **ordovician** predomină sferomorfitele, iar în silurian-devonian, leiofusidele *(Leiofusa, Domasia)*. Genul *Tasmanites* este întîlnit în intervalul ordovician-devonian. Indicatori stratigrafici foarte buni pentru acest interval sînt chitinozoarele. Structuri asemănătoare sporilor cu urmă triradiată se cunosc din ordovician. Cei mai vechi spori cu urmă triletă funcțională au fost descriși de W. S. Hoffmeister (1959). Materialul provenea dintr-un foraj adînc efectuat în Libia, sporii fiind întîlniți în carote cu graptoliți de vîrstă silurian inferior. Spori asemănători s-au întîlnit în silurianul mediu din Anglia și în silurianul superior din Platforma Moesică și Platforma Moldovenească. Sporii sînt subtriunghiulari, au 40—50 microni în diametru, urmă triletă, razele ating marginea sporului, iar exina este netedă, fiind denumiți *Ambitisporites* (pl. LXXVIII, fig. 2). Pe lîngă acest tip de spor se întîlnesc și specii ale genului *Punctatisporites*. Prin caracterele morfologice, sporii aceștia se aseamănă cu sporii produși de psilofite. La limita silurian-devonian mai pot fi întîlniți spori de tip *Archaeozonotriletes* (pl. LXXVIII, fig. 4), *Retusotriletes* (pl. LXXVIII, fig. 1) (tab. XI).

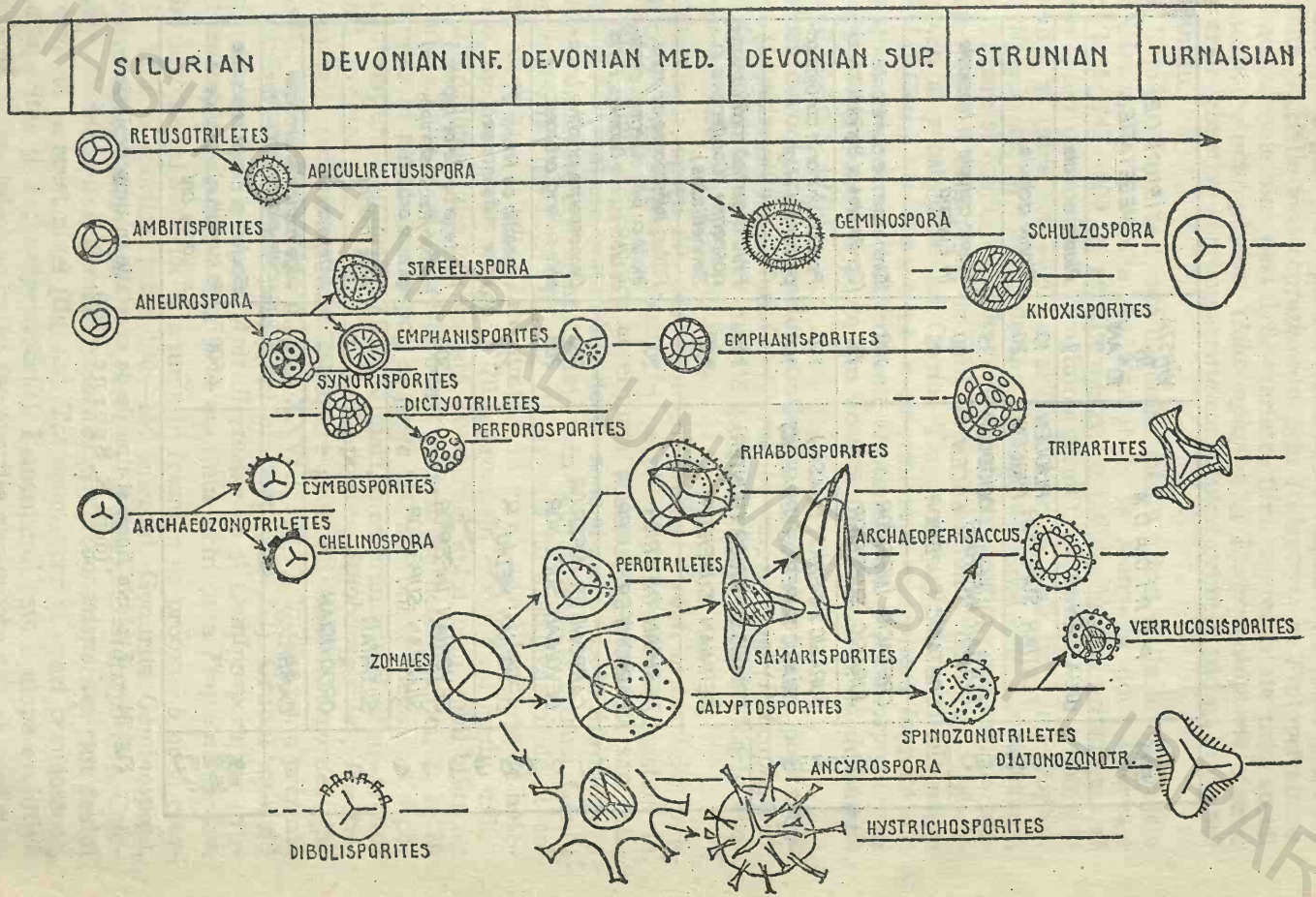
2.2. PALEOZOICUL SUPERIOR (DEVONIAN-PERMIAN)

Conține o floră continentală predominant peridofitică, cu spori produși de plante extrem de diverse, dar cu asociații caracteristice fiecărei perioade.

În **devonian**, pe lîngă microflora algală foarte bogată, din bazinele marine, se constată apariția unei flore continentale tipice, numită *flora psilofitică*, ce a evoluat în devonianul inferior și mediu. În devonianul superior evoluează plante cu statut de progimnosperme, cunoscute sub numele de flora cu *Archaeopteris* (plante cu port de ferigi și structură de gimnosperme). Devonianul inferior este caracterizat prin plante cu port psilofitic, de tip ierbos *(Psilophyton, Cooksonia, Zosterophyllum* și *Hostimella)* (fig. 64). Licofitele sînt prezente prin *Drepanophycus, Protolepidodendron*, iar sfenopsidele primitive de tip ierbos prin *Protohyenia*.

În devonianul mediu flora începe să se diversifice; acum apare *Psilophyton*, iar în formațiunea de Old Red Sandstones au fost semnalate plante ierboase: *Rhynia, Horneophyton* și *Asteroxylon*. Licofitele sînt reprezentate atît prin plante ierboase, cît și prin plante arbustive: *Archaeosigillaria, Leptophloeum, Haplostigma*, iar dintre sfenofite, *Hyenia*.

Încercare de prezentare a evoluției stratigrafice și filogenetice a principalelor genuri de spori din silurian și devonian (după Chatencauf și Reyre, 1974)



ERA	PERIOADA	VÎRSTA ÎN 10^6 ANI	TIPURI DE VEGETAȚIE
CENOZOIC	CUATERNAR	1	Plante actuale
	TERȚIAR SUPERIOR PLIOCEN	10	Plante actuale
	MIOCEN	20	
	TERȚIAR INFERIOR OLIGOCEN	35	Plante actuale și tropicale în Europa
	EOCEN	50	
MEZOZOIC	CRETACIC SUPERIOR	75	
	CRETACIC INFERIOR	100	Gimnosperme dominante (Coniferales și Bennettitales)
	JURASIC SUPERIOR	130	
	JURASIC INFERIOR (LIASIC)	140	Păduri luxuriante cu Gimnosperme și Ferigi
	TRIASIC SUPERIOR (RHAETIC)	160	
PALEOZOIC	TRIASIC INFERIOR (BUNTER)	180	Flora deșertică rară cu Gimnosperme (Coniferales și Bennettitales)
	PERMIAN SUPERIOR	190	
	PERMIAN INFERIOR	200	Păduri mlăștinoase din zone înalte cu Gimnosperme Licopside arborescente Calamites, Ferigi
	CARBONIFER SUPERIOR		
	CARBONIFER INFERIOR	250	Gimnosperme primitive, Lycopside și Ferigi arborescente
	DEVONIAN SUPERIOR	260	
	DEVONIAN MEDIU	275	Vegetația cu Rhynia în zone mlăștinoase
	DEVONIAN INFERIOR	300	Plante ierboase de mlaștină (Psilophyton, Zosterophyllum) și mici arbuști
	SILURIAN SUPERIOR		
	SILURIAN	350	Alge marine
	ORDOVICIAN	425	Alge marine
	CAMBRIAN	500	Alge marine și probabil unele plante terestre
PRE-CAMBR.		4500?	Bacterii și Fungi raportate la formațiuni vechi de 2 miliarde ani

Fig. 64 — Evoluția florei și tipurile de vegetație în timp geologic (după K. Sporne, 1969).

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Acest din urmă gen era o plantă ierboasă cu tulpină articulată și frunze verticilate. Ferigile sînt reprezentate prin *Iridopteris* și *Protopetridium*. Progimnospermele sînt destul de variate, fiind reprezentate prin specii ale genurilor *Aneurophyton, Calamophyton* și *Eospermatopteris*. Aceste plante erau arbustive și arborescente constituind primele păduri în timpul devonianului.

În România floră de vîrstă devonian mediu a fost întîlnită în forajele de la Călărași și Mangalia. În forajul de la Mangalia două intervale conțin floră: 747—800 m, argilite negre cu *Calamophyton primaevum* și *Aneurophyton germanicum* (Progimnosperme), în asociație cu trilobiți și tentaculiți, și între 800—920 m, argilite în care s-au întîlnit *Psilophyton* și *Hyenia sp.* În forajul de la Călărași, asociația este asemănătoare, dar mai apare și *Pseudosporochnus kreiji* dintre progimnosperme. La partea superioară a formațiunii de Rîul Rece (Autohtonul danubian — jgheabul intern al geosinclinalului Cerna—Țarcu—Almaj), în argilitele negre din vîrful Cerni Vîr, S e m a k a a determinat o macrofloră formată din *Psilophyton goldschmidtii, P. krauseli, Hostimella sp.* și *Pseudosporochnus sp.*, care atestă pentru o parte din această formațiune vîrsta devoniană (N ă s t ă s e s c u, 1975).

Flora devonianului superior conține în special licofite cu port arborescent *(Lepidosigillaria)*, sfenofite *(Pseudobornia)* și ferigi *(Rhacophyton)*. Flora devonianului superior numită și cu *Archeopteris* este foarte evoluată pentru acest interval de timp.

Palinologic, sporii din devonian sînt produși direcți ai plantelor pteridofitice (criptogame vasculare). În devonianul inferior se constată la spori diferențieri morfologice accentuate, exina este perforată sau reticulată, apar formațiuni ecuatoriale de tip zona și „sacii" ca la *Auroraspora* (fig. 65). Exina este ornamentată deja prin bacule, spini și verruci. Genul *Emphanisporites* (pl. LXXVIII, fig. 6) prezintă un grad avansat de diversificare. Creșterea taliei se face simțită, încep să apară tendințe de heterosporie, iar diametrul ajunge la 70 microni. În devonianul mediu exina prezintă o ornamentație mai variată, cu verruci, spini, coni, spini bifurcați și apendici. Talia sporilor crește odată cu apariția heterosporiei, de la 70 la 120 microni pentru microspori și peste 200 microni la megaspori. Sporii cu formațiuni ecuatoriale au zone mari, membranoase și devin predominanți începînd din eifelian *(Calyptosporites, Rhabdosporites, Perotriletes)*. Acești spori zonați vor da naștere grupului *Hystrichosporites* (pl. LXXVIII, fig. 7), *Ancyrospora* (pl. LXXVIII, fig. 3), la care zona prezintă mari intrînduri delimitate prin spini bifurcați (tab. XI). Grupul retusoid din silurian se continuă prin *Apiculiretusispora* și *Geminospora*, iar grupul *Aneurospora* se diversifică și se continuă prin linia *Emphanisporites*.

În devonianul superior și anume în frasnian se produce o nouă creștere în talie a sporilor, între 100—150 microni. Genurile *Geminospora, Rhabdosporites, Ancyrospora, Hymenozonotriletes, Cristatisporites, Calamospora, Endosporites, Granulatisporites și Cyclogranisporites* sînt destul de frecvente la acest nivel (fig. 65). Tot acum apar și spori pseudosacați (*Samarisporites* și *Archaeoperisaccus*). Famenianul este o etapă evolutivă importantă, în sensul că acum își fac apariția numeroase genuri, care constituie fondul de bază al viitoarei flore carbonifere *(Vallatisporites, Hy-*

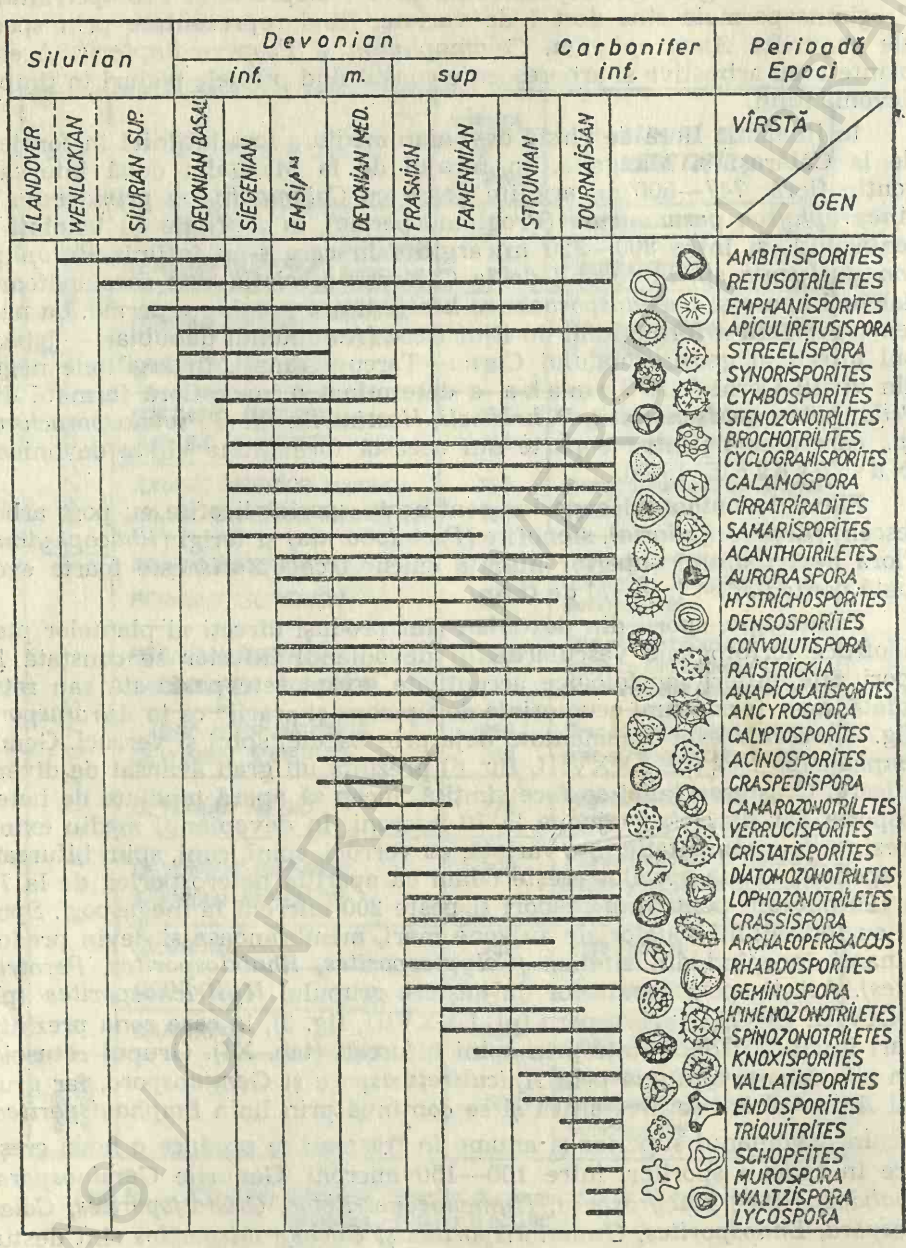


Fig. 65 — Distribuția stratigrafică a principalelor genuri de spori în intervalul siluri-an superior — carbonifer inferior.

BCU IAȘI / CENTRU VECHI / LIBRARY

menozonotriletes, Knoxisporites, Reticulatisporites, Corbulispora, Convolutispora) (fig. 65).

Dintre genurile mai importante pentru devonian citäm: sporii trileţi cu simetrie radiară, azonaţi şi fără structuri ecuatoriale, *Retusotriletes* (pl. LXXVIII, fig. 1); sporii trileţi cu suprafaţa de contact bine dezvoltată şi îngroşată, exina netedă sau fin cutată, *Apiculiretusispora;* spori trileţi azonaţi cu contur triunghiular, exina acoperită cu spini, *Lophotriletes;* spori trileţi azonaţi cu exină acoperită printr-un reticulum, *Dictyotriletes;* spori trileţi patinaţi prevăzuţi cu o îngroşare evidentă pe suprafaţa distală, *Archaeozonotriletes* (pl. LXXVIII, fig. 4); spori trileţi cu suprafaţa proximală netedă, cea distală acoperită cu verruce sau coni, *Samarisporites;* spori pseudosacaţi, care separă exina sub formă de două strate, *Auroraspora* şi *Calyptosporites* (pl. LXXVIII, fig. 8).

Carboniferul prezintă o floră continentală de o mare diversitate, în majoritatea cazurilor arborescentă cu port „gigant" de tip luxuriant.

Carboniferul inferior conţine o floră care a evoluat rapid faţă de flora devonianului superior formată în special din plante arbustive şi arborescente. Acum apar cîteva genuri noi de licofite *(Lepidodendropsis),* cu cicatrice foliare rombice sau fusiforme, dispuse spiral şi în şiruri verticale pe ramuri şi tulpini. Se aseamănă cu genul *Lepidodendron,* însă cicatricea foliară este mult alungită. *Archaeosigillaria* mai persistă şi la acest nivel. Dintre sfenofite menţionăm genul *Archaeocalamites,* caracterizat prin tulpini cu noduri şi întrenoduri; la noduri striaţiunile se dispun continuu. Ferigile sînt bine dezvoltate, în special cenopteridalele, specii ale genurilor *Botryopteris* şi *Stauropteris,* care apar în carboniferul inferior. Progimnospermele persistă şi în acest interval, fiind reprezentate prin genurile *Pitus* şi *Callixylon.* Primele gimnosperme apar în carboniferul inferior prin fructificaţii de tip *Calathospermum* şi *Genomospermum* (Pteridosperme). Se poate spune că în carboniferul inferior predomină licofitele, sfenofitele, ferigile; primele gimnosperme apar acum destul de timid.

Carboniferul superior cuprinde o floră mult mai abundentă şi mai variată decît a carboniferului inferior, cu plante adaptate condiţiilor mlăştinoase, dezvoltate în areale continentale, mai ales în emisfera nordică. Majoritatea marilor zăcăminte de cărbuni din America de Nord, Europa şi Asia s-au format în această epocă. Flora se compune din licofite arborescente, cu înălţimi de peste 40 m şi diametre pînă la 1 m, de *Lepidodendron, Sigillaria,* cu fructificaţiile respective. Acestea, numite şi strobili, aveau pînă la 30 cm lungime şi aparţin genurilor *Lepidostrobus, Lepidocarpon, Sigillariostrobus.* Sfenofitele au aceleaşi talii impozante, fiind reprezentate prin genul *Calamites,* altele cu talii mai mici constituie grupul *Sphenophyllum.* Aceste genuri s-au găsit în conexiune şi cu fructificaţii *(Calamostachys, Palaeostachya).* Frunzele de *Calamites* au fost denumite generic *Annularia* şi *Asterophyllites,* fiind dispuse în verticile pe ramuri şi tulpini, la noduri. *Stigmaria* este rizomul găsit în conexiune sau nu cu trunchiul de *Lepidodendron, Sigillaria* sau *Calamites.*

Ferigile erau reprezentate prin aceleaşi genuri ca în carboniferul inferior, dar acum apar şi genuri noi, cum ar fi *Psaronius,* care persistă şi în permian. Frondele de la acest gen sînt de tip *Pecopteris.* Multe genuri, descrise numai pe baza tipurilor de fronde (frunze compuse), în

lipsa fructificațiilor, sînt incluse la grupul *Pteridophylla,* deoarece nu pot fi atribuite nici ferigilor și nici pteridospermelor. Astfel, se cunosc numeroase genuri bazate pe fronde cu pene și pinule, ca: *Pecopteris, Neuropteris, Odontopteris, Linopteris, Sphenopteris, Alethopteris, Mariopteris.* Unele fructificații *(Asterotheca, Ptychocarpus* și *Scolecopteris)* aparțin ferigilor Maratiaceae. Frondele de tip *Neuropteris* și *Alethopteris,* megasporii *Trigonocarpus* și microsporangii *Aulacotheca* și *Dolerotheca* aparțin familiei Medulosaceae, în timp ce frondele de *Pecopteris, Sphenopteris* și microsporangii *Crossotheca* și *Telangium* aparțin familiei Lyginopteridaceae dintre pteridosperme (gimnosperme).

Pteridospermele reprezintă un grup fosil fără corespondent în flora actuală, cu multe genuri arborescente, tipice arealelor mlăștinoase din carboniferul superior. Numite și „ferigi cu sămînță", ele sînt considerate plante cu caractere de ferigi și cordaitale incluse printre gimnospermele primitive.

Tot dintre gimnosperme, cordaitalele formau păduri în zonele mai înalte din jurul mlaștinilor carbonifere. Alături de ele, în zone colinare se dezvoltau și coniferele *(Lebachia, Walchia* și *Ernestiodendron).*

În România macroflora carboniferă este bine cunoscută în zona Reșița — Moldova Nouă și în zona Svinița din Banat.

În zona Reșița, carboniferul superior (westfalian) cuprinde trei complexe: conglomeratic (300 m), discordant pe cristalinul de Semenic; grezo-conglomeratic (200—300 m) și grezo-argilos (300—500 m), care aparține stephanianului.

În complexul grezo-conglomeratic, dar în jumătatea sa inferioară, pe Valea Arii s-a identificat o asociație formată din *Pecopteris (Neuropteris) gigantea, Neuropteris ovata, N. tenuifolia, Linopteris neuropteroides,* care indică prezența westfalianului D (fig. 66). La partea inferioară a complexului de cărbuni de la Secu s-a întîlnit *Alethopteris serli, A. lonchitica, A. grandini,* asociație de vîrstă westfalian D superior.

Stephanianul corespunde complexului grezo-argilos, fiind întîlnit pe Valea Bîrzavița, Lupac, Gîrliște, Valea Esenovăț și Secu. Complexul cărbunos se plasează la partea superioară. Asociația recoltată este foarte bogată: *Sphenophyllum angustifolium, S. verticillatum, Pecopteris arborescens, P. candolleana, P. unita, P. longifolia, Annularia stellata, A. sphenophylloides, Stigmaria ficoides, Lepidodendron obovatum, Calamites suckowi* și *C. cisti* (fig. 67, 68). La Secu, asociația este asemănătoare și conține *Pecopteris arborescens, P. cyathea, P. polymorpha, Annularia longifolia, Asterophyllites, Sphenophyllum oblongifolium* și *Calamites multiramis,* iar la limita cu permianul apare *Lebachia pinniformis* (S. Năstăseanu, I. Stănoiu și C. Bițoianu, 1973).

În zona Svinița, carboniferul cuprinde 2 complexe: cărbunos la Baia Nouă și Valea Povalina (westfalian C-D inferior) și cărbunos superior, pe Valea Dragosela (westfalian D superior-stephanian A inferior) (fig. 66). La Baia Nouă și Povalina, în gresii grosiere și intercalații argiloase, s-a identificat *Neuropteris tenuifolia, Linopteris neuropteroides, Calamites carinatus, C. cisti, Sigillaria polyploca, Mariopteris hirsuta, Alethopteris serli, Stigmaria.* Asociația corespunde intervalului westfalian C (asociația cu Mariopteride) și D inferior (asociația cu Neuropteride). Pe Valea Dra-

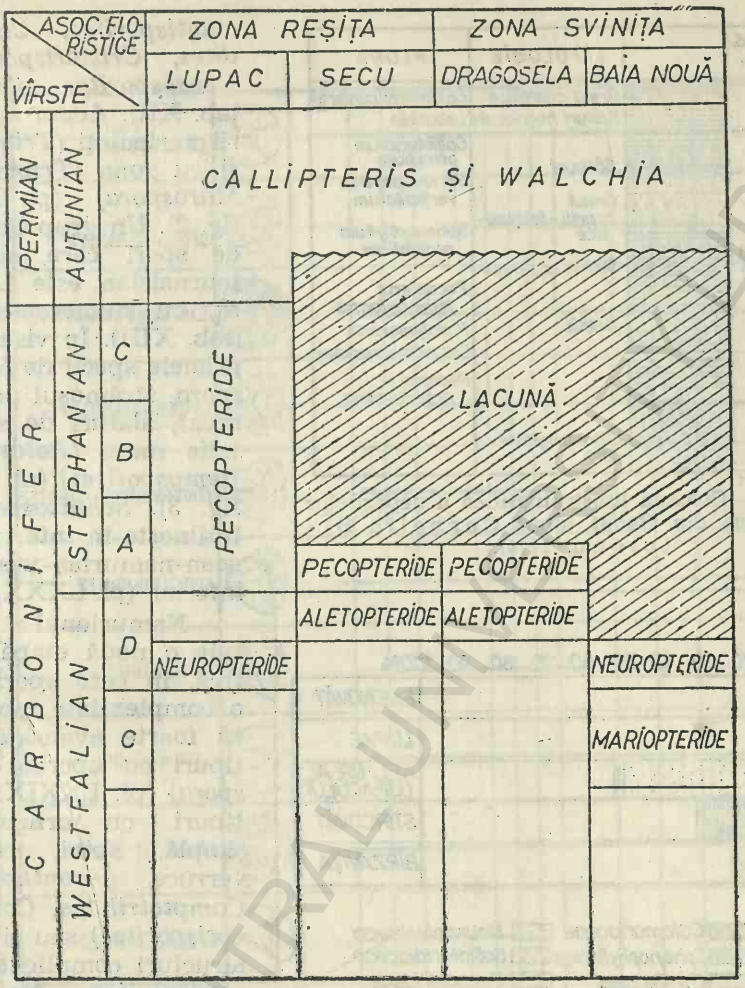


Fig. 66 — Corelarea depozitelor din molassa hercinică a Carpaților Meridionali (după S. Năstăseanu, I. Stănoiu și C. Bițoianu, 1970).

gosela, din gresii s-a recoltat: *Asterophyllites longifolium, A. grandini* și *Palmatopteris furcata* (westfalian D).

Stephanianul a fost identificat pe Valea Dragosela la partea superioară a complexului cărbunos cu *Pecopteris paleacea, Pecopteridium armasi* (stephanian A inferior). Mare parte a complexului grezo-argilos cu Pecopteride din zona Reșița revine stephanianului A—C. Deci, în sectorul Gîrliște-Clocotici-Lupac și Bîrzavița există continuitate de sedimentare între carbonifer și permian, stephanianul fiind prezent în totalitate.

Palinologic, sporii din carbonifer au o evoluție continuă, dar cu ritm ceva mai lent. Asociațiile de spori se caracterizează prin apariția tipului monolet și a polenului de gimnosperme. În partea bazală a carboniferului apar sporii cu formațiuni ecuatoriale (zona, cingulum etc.) de tip *Api-*

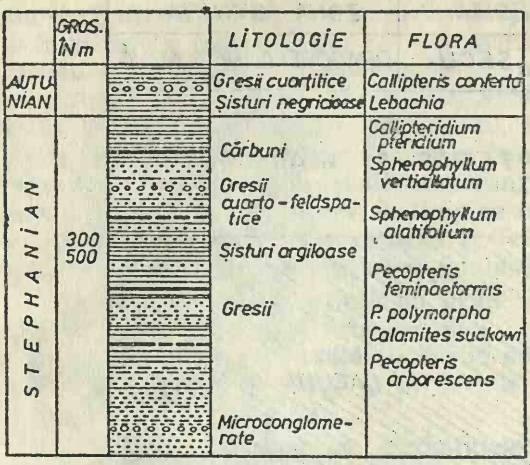


Fig. 67 — Coloana litostratigrafică a depozitelor stephaniene din Banat (după Cornelia Bițoianu, 1974).

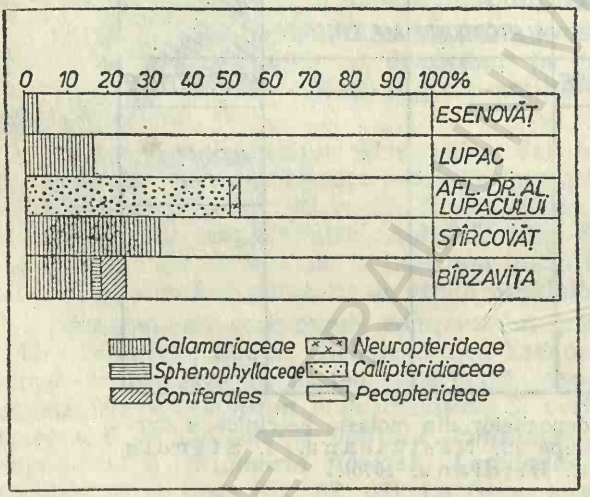


Fig. 68 — Variațiile cantitative ale componenților floristici din stephanianul situat în sud-vestul Carpaților Meridionali (după Cornelia Bițoianu, 1974).

culatisporites, Cirratriradites, Cristatisporites și *Densosporites* (fig. 65; tab. XII). Acum apar sporii auriculați *(Triquitrites)* și cu zona *(Tripartites* și *Murospora)* (pl. LXXIX, fig. 2). Un grup important de spori care apar din tournaisian este *Lycospora,* cu numeroase specii (tab. XIII). În visean apar primele specii de *Schulzospora,* strămoșul polenului sacat, alături de spori de talie mare *(Rotaspora* și *Remysporites)* (pl. LXXX, fig. 3). *Schulzospora* se întîlnește în intervalul visean-namurian-westfalian inferior (pl. LXXX, fig. 2).

Namurianul constituie o nouă etapă evolutivă, în care sporii dețin o complexitate morfologică foarte avansată, apar tipuri cu opercul *(Vestispora)* (pl. LXXIX, fig. 8), tipuri cu ornamentație simplă, spini, coni și verruce *(Acanthotriletes, Camptotriletes, Converrucosisporites)* sau tipuri cu structuri complicate *(Savitrisporites, Mooreisporites)* (pl. LXXIX, fig. 9) (tab. XIII). Sporii cu structuri radiare, ca la *Radiizonates,* apar tot acum (pl. LXXIX, fig. 10).

În westfalianul A apar genurile *Laevigatosporites, Latosporites, Schopfites* și *Florinites,* acesta din urmă monosacat (pl. LXXXI, fig. 1, 3). *Laevigatosporites* este primul reprezentant al unei linii de spori monoleți, extrem de abundenți în paleozoic, fiind întîlniți și în cuaternar fără schimbări morfologice esențiale.

În westfalianul C, microflora diferă net de cea a carboniferului inferior. Acum apar sporii monoleți, cu exina ornamentată de tip *Punctatosporites* și *Torispora* (pl. LXXIX, fig. 12) (tab. XIV). Acești spori vor evolua și în westfalianul D și în stephanian. La nivelul westfalian și

Tabelul XII

Intervalul de distribuție stratigrafică a sporilor și prepolenului din paleozoicul superior

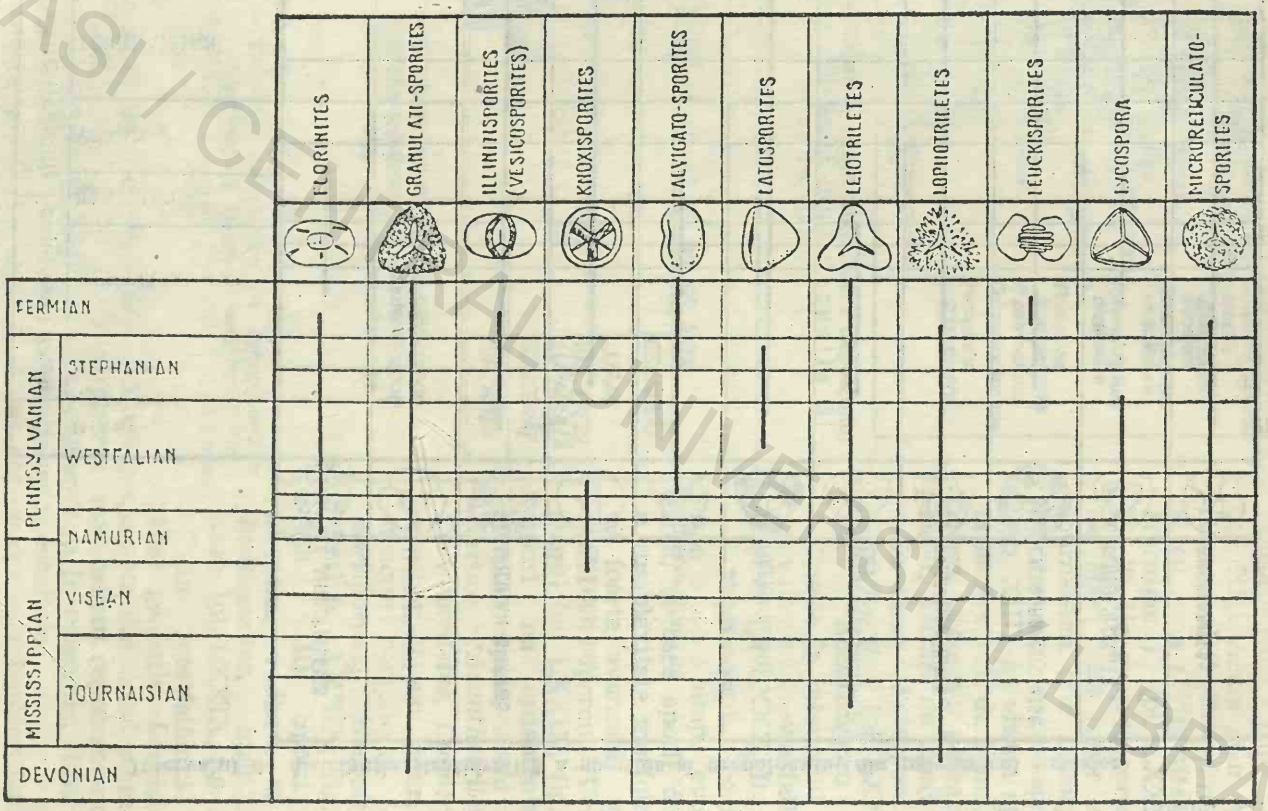
		ACANTHOTRILETES	ALATI-SPORITES	APICULATI-SPORITES	CALAMOSPORA	CAMPTOTRILETES	CIRRATRIRADITES	CONVERRUCOSISPORITES	CRISTATISPORITES	CYCLOGRAMISPORITES	DENSO-SPORITES	ENDOSPORITES
PERMIAN												
CARBONIFER SUP.	STEPHANIAN											
	WESTFALIAN											
	NAMURIAN											
CARBONIFER INF.	VISEAN											
	TOURNAISIAN											
DEVONIAN												

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul XIII

Intervalul de distribuţie stratigrafică a sporilor din paleozoicul superior



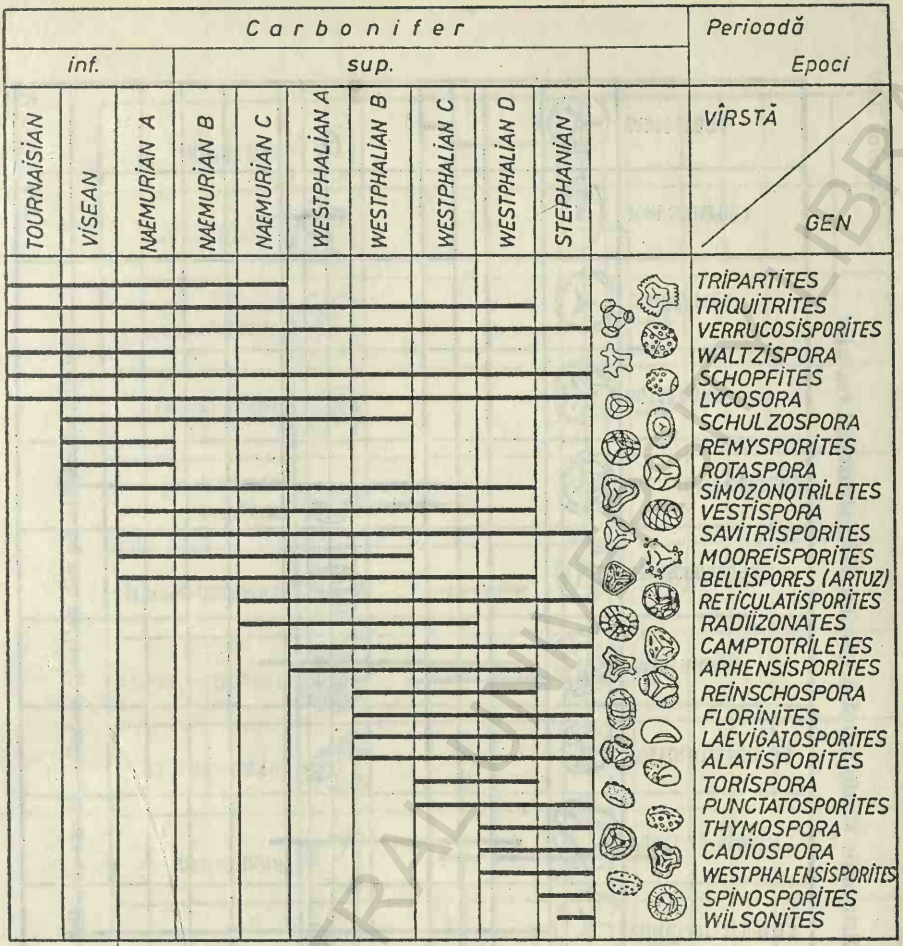


Fig. 69 — Distribuţia stratigrafică a principalelor genuri de spori întîlniţi în carbonifer.

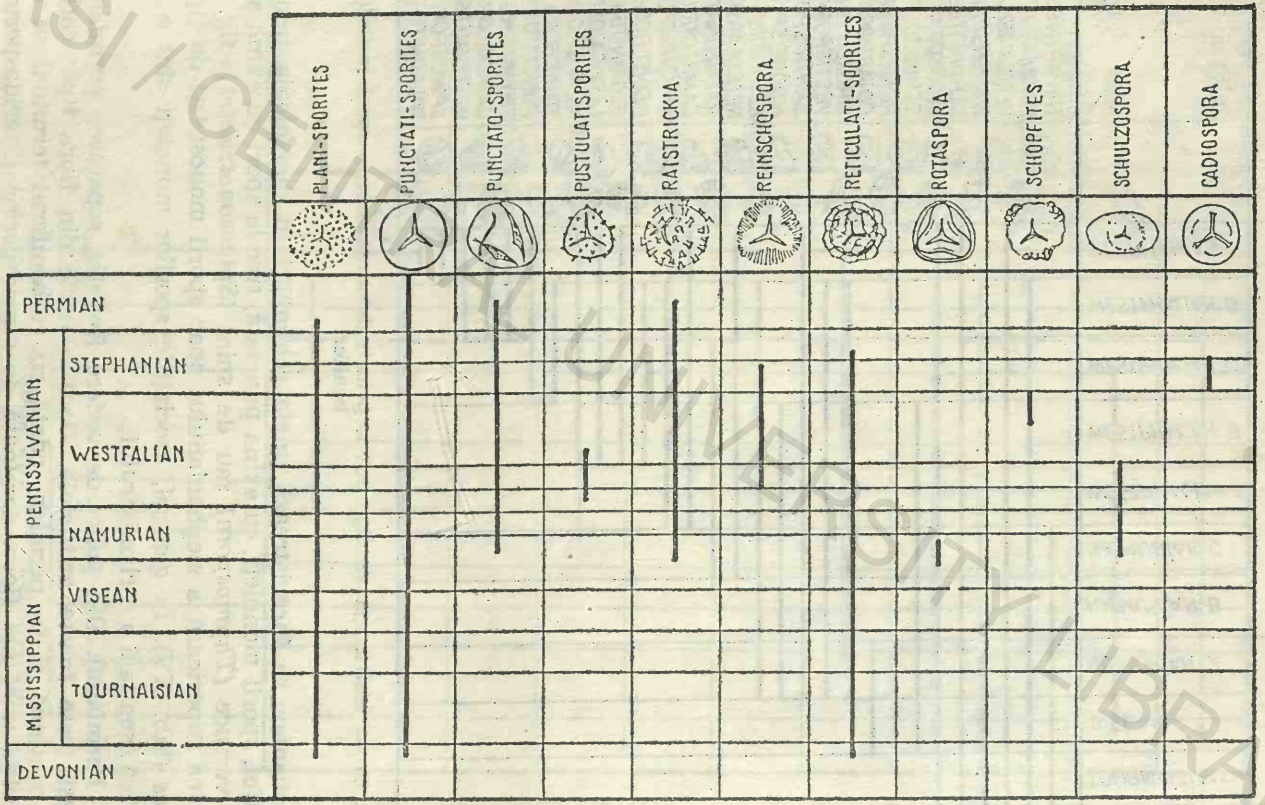
stephanian se înregistrează unele schimbări în morfologia unor spori. Astfel, sporii monoleţi, cu exina punctată, trec la spori cu exina acoperită de verruce *(Thymospora)* sau de spini *(Spinozonotriletes)* (fig. 69). La partea superioară a stephanianului apar sporii monosacaţi de tip *Wilsonites* (tab. XV). În general, asociaţiile sporilor monoleţi sînt o caracteristică esenţială a carboniferului.

Permianul. Din punct de vedere floristic, separarea permianului de triasic este foarte artificială. Dacă o parte din flora tipic carboniferă se continuă şi în permian, odată cu carboniferul terminal se constată apariţia unei noi flore, dominată de gimnosperme (Pteridosperme, Cordaitale, Ginkgoale şi Conifere), care marchează începutul erei mesofitice. Pteridofitele mai sînt prezente şi variate şi în permianul superior, dar nu mai constituie fondul floristic predominant.

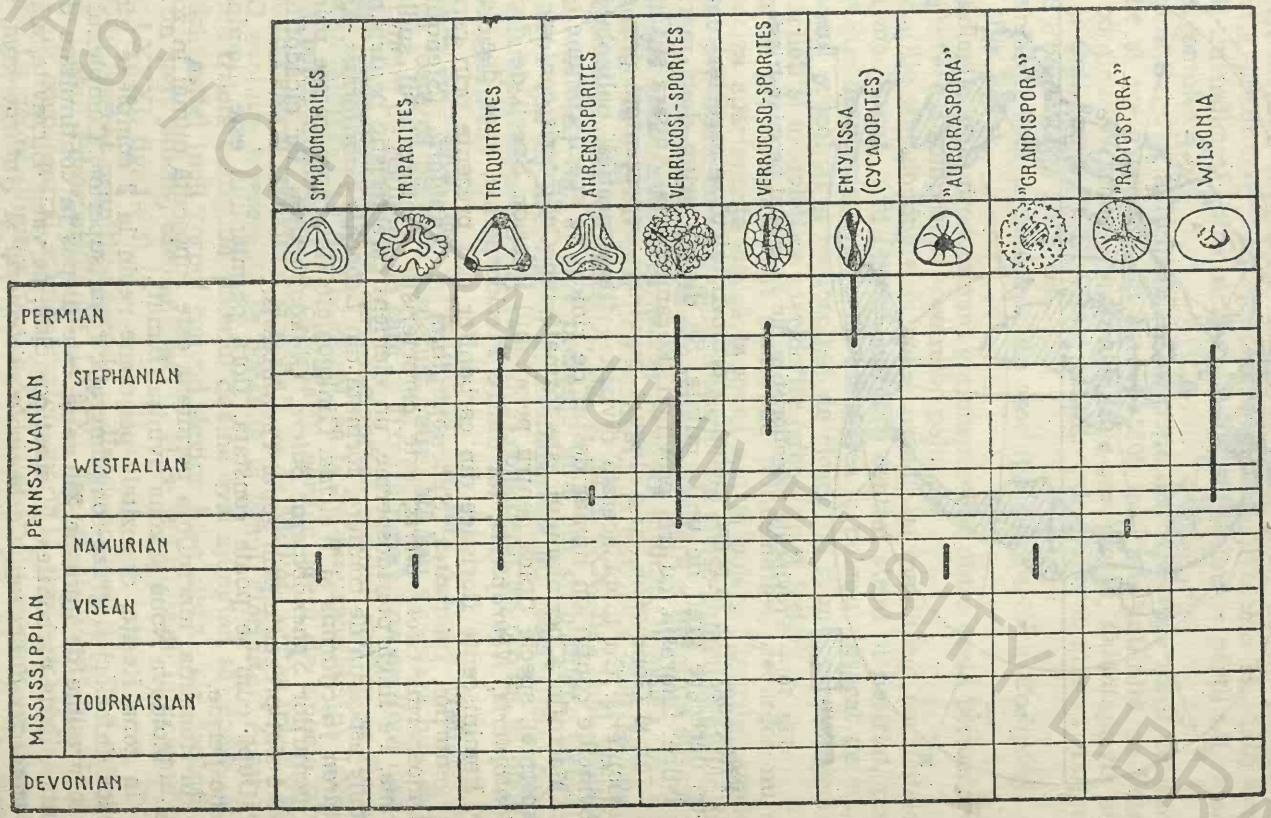
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul XIV

Intervalul de distribuție stratigrafică a sporilor din paleozoicul superior



Intervalul de distribuție stratigrafică a sporilor din paleozoicul superior



BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

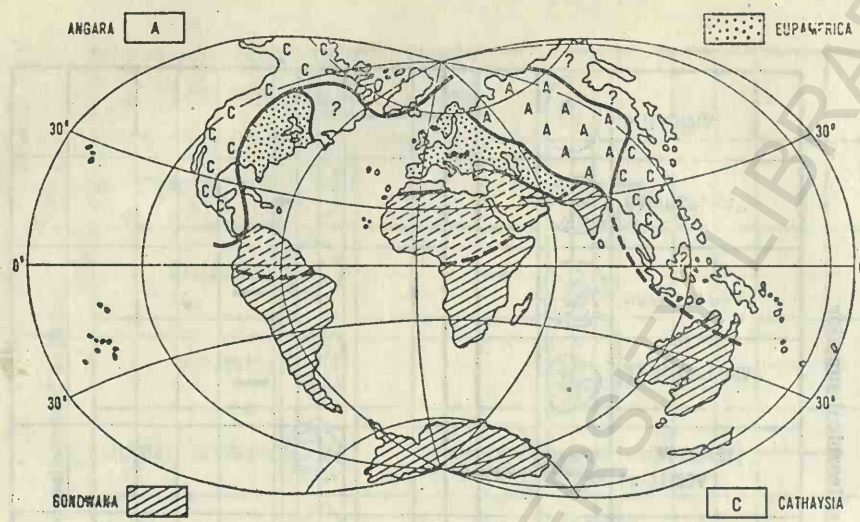


Fig. 70 — Provinciile paleofloristice din intervalul permian-triasic.

Fitogeografic, la scară globală, permo-triasicul se caracterizează printr-un oarecare grad de uniformitate. Se disting acum două mari areale floristice: Laurasia, cu trei provincii (Euramericană, Angara şi Cathaysia) (fig. 70), şi Gondwana, cu o singură provincie, reprezentată prin flora cu *Glossopteris*. Cu toată această diviziune fitogeografică, palinologic toate provinciile conţin un număr destul de ridicat de specii comune.

Macroflora permianului este formată din *Callipteris conferta* (Pteridosperme), specie tipică pentru permianul inferior. Specii de *Pecopteris, Odontopteris, Neuropteris,* tot dintre Pteridosperme, apar dar destul de rar. Reminiscenţe floristice din carbonifer sînt prezente prin rare specii ale genurilor *Calamites, Sphenophyllum* şi *Annularia* (Sfenofite). Un petridosperm, *Glossopteris,* este caracteristic continentului sudic Gondwana. Pe lîngă pteridosperme, un element caracteristic pentru permian rămîne asociaţia de conifere, formată din *Lebachia pinniformis, Ernestiodendron filiciformis* şi *Walchia.* Ginkgoalele sînt reprezentate prin specii ale genurilor *Sphenobaiera, Baiera, Ginkgophyllum,* iar cicadofitele primitive sînt prezente prin genul *Taeniopteris.*

După cum se poate constata, flora permianului este dominată de gimnosperme.

În România, macroflora permiană este cunoscută numai în zona Reşiţa — Moldova Nouă şi zona Şviniţa (Banat).

În zona Reşiţa, depozitele permiene revin la 2 complexe litologice: argilos (inferior) şi grezo-conglomeratic roşu (superior). Complexul argilos are o grosime de aproape 250 m şi este dispus în continuitate de sedimentare peste carbonifer. În acest complex, pe valea Bîrzaviţa, alături de *Palaeoniscus duvernoy, Carbonicola carbonaria* şi *Anthracomya,* s-a întîlnit la Lupac o floră formată din: *Annularia stellata, Cordaites principalis, Lebachia pinniformis, Callipteris naumanii,* iar în sectorul Clocotici, *Pecopteris cyathea, Odontopteris obtusiloba, Callipteris conferta, Annula-*

ria stellata, Cordaites principalis, Lebachia pinniformis și *Ernestiodendron filiciformis*. Vîrsta florei și faunei este autuniană. Complexul superior, roșu, conglomeratic reprezintă un facies continental de tip deltaic. La Ciudanoviţa prezintă resturi slab conservate de *Walchia* și *Callipteris*, care ar fi un indiciu pentru atribuirea vîrstei autuniene părţii inferioare a acestui complex.

În zona Sviniţa, autunianul se dispune discordant pe seria detritică mai veche și are o grosime de aproape 800 m. Flora întîlnită pe Valea Ielișeva conţine: *Walchia, Hymenophylites semialatus, Odontopteris obtusiloba* și *Callipteris* (?). Din intercalaţiile calcaroase se citează *Anthracomya, Carbonicola* și *Estheria.*

Autunianul este caracterizat de asociaţia floristică cu *Callipteris* și *Walchia* (fig. 66).

Palinologic, tenta predominant gimnospermică din această perioadă va influenţa direct și compoziţia spectrelor polinice.

Asociaţiile sînt dominate de polen pseudo- și monosacat (cordaitale), de polen monosacat, apoi bisacat, cu corp central striat și nestriat, probabil de Pteridosperme. Apare de asemenea și polenul bisacat de conifere, polenul precolpat și monocolpat de cicadofite și mai rar noi genuri de spori trileţi și monoleţi de pteridofite (sfenofite și ferigi).

Tipurile pseudosacate sînt destul de problematice, deoarece nu se poate preciza apartenenţa sigură la spori sau la polen. Tipurile pseudosacate sînt prevăzute cu corp central sferic sau sferic-subtriunghiular, înconjurat de o membrană netedă sau cutată, dar fără a prezenta structură alveolară sau reticulată tipică sacilor aeriferi întîlniţi la polen. Fixarea membranei de faţa proximală determină urma circulară dispusă apical. Genurile *Endosporites* (pl. LXXIX, fig. 3; pl. LXXX, fig. 1) și *Schulzospora* (pl. LXXIX, fig. 6) sînt prezente încă din carbonifer. Genurile *Remysporites* (pl. LXXX, fig. 3) și *Alatisporites* au „saci" (pl. LXXIX, fig. 11); *Alatisporites* are 3—11 saci, fiind considerat un produs al plantelor pteridosperme.

Polenul monosacat are o membrană dar fără a fi un veritabil sac aerifer, cu toate că prezintă structură reticulată sau alveolară bine definită. În funcţie de regiunea de care se fixează membrana aeriferă distingem: polen monopolsacat, la care membrana sacului aerifer se fixează la partea proximală a corpului central, ca la *Potonieisporites* (pl. LXXX, fig. 5), și polen dipolsacat, la care sacul aerifer aderă de ambele părţi ale corpului central (proximal și distal), ca la *Nuskoisporites* (pl. LXXX, fig. 6). O evoluţie interesantă se constată la genul *Florinites*. Acest gen are o urmă triletă vestigială, polenul devine oval ajungînd să separe sacul în doi saci, astfel încît corpul central devine liber distal, iar ventral se observă un șanţ (sulcus) asemănător cu cel ce se întîlnește la polenul bisacat (pl. LXXXI, fig. 1—3).

Polenul bisacat primitiv apare încă din carbonifer, dar fără a fi predominant. Genul *Parasporites* (pl. LXXXI, fig. 4) din westfalian D-permian are un corp central asemănător cu sporii la care urma triletă este deformată. La genul *Illinites* (pl. LXXXI, fig. 5) din stephanian-permian se observă corpul central globular, apertura triletă proximală, dar fără a prezenta sulcus distal și saci aeriferi bine individualizaţi. Polenul bisacat formează asociaţii caracteristice pentru intervalul permian-triasic. Acest

polen se împarte în funcţie de: prezenţa eventuală a îngroşărilor de tip striat pe corpul central şi urmă aperturală remanentă; prezenţa unui şanţ transversal sau longitudinal pe corpul central şi poziţia de fixare a sacilor aeriferi în raport cu corpul central. La acest tip de polen modul de fixare a sacilor este un element care are valoare generică, deoarece se poate separa polenul *haploxyloid* (pl. LXXXI, fig. 6), la care sacii se fixează latero-ventral, şi polenul *diploxyloid*, la care fixarea sacilor este dorso-ventrală (pl. LXXXI, fig. 7).

Polenul striat este o categorie morfologică exclusiv permo-triasică. Striurile corespund unor creste în relief ce parcurg suprafaţa proximală a corpului central. Sînt în număr variabil, paralele între ele, ca la *Striatoabietites* (pl. LXXXI, fig. 9), cu benzi încrucişate ca la *Striatites* (pl. LXXXI, fig. 8) sau benzi puţine, dar late, ca la *Infernopollenites* (pl. LXXXI, fig. 10). Alte tipuri prezintă un şanţ transversal, paralel cu striurile, ca la *Stroterosporites* (pl. LXXXI, fig. 11), uneori marcat printr-o fantă aperturală remanentă şi scurtă, paralelă cu striurile, ca la genurile *Lunatisporites* (pl. LXXXI, fig. 12) şi *Lueckisporites* (pl. LXXXI, fig. 13). Există şi polen de tip nestriat pe corpul central, cu urmă aperturală remanentă şi nu în toate cazurile trileţă. Urma aperturală este trileţă la *Triadispora* (pl. LXXXI, fig. 14), monoleţă la *Labiisporites* (pl. LXXXII, fig. 1) şi intermediară la *Jugasporites* (pl. LXXXII, fig. 2).

Pe lîngă aceste tipuri de polen se întîlneşte şi polen tipic bisacat de gimnosperme, apropiat de conifere, în special Abietaceae, Pinaceae şi Podocarpaceae. Acest polen este lipsit de striuri şi de urmă proximală. Apariţia lor poate fi legată de glaciaţiunea gondwaniană, începînd încă din permianul inferior. La tipul de polen arhaic, în vedere axială, se observă cum sacii înglobează în totalitate corpul central, ca la *Vesicaspora* (pl. LXXXII, fig. 3) şi *Klausipollenites* (pl. LXXXII, fig. 4). Alte tipuri de polen prezintă o invaginare distală, ca un fel de sulcus plasat în cadrul corpului central, ca la genurile *Falcisporites* (pl. LXXXII, fig. 5), *Parvavesicaspora* (pl. LXXXII, fig. 6) şi *Sulcatipollenites* (pl. LXXXII, fig. 7).

În permian se constată prezenţa polenului cu saci perfect individualizaţi. Clasificarea polenului este destul de dificilă şi are la bază modul de fixare a sacilor de corpul central. Se cunosc tipuri cu saci mari şi sferici (*Platysaccus*, pl. LXXXII, fig. 10), cu saci elipsoidali, apropiaţi faţă de axa polenului (*Pityopollenites*, pl. LXXXII, fig. 8) şi cu saci mici (*Protodiploxypinus*, pl. LXXXII, fig. 9).

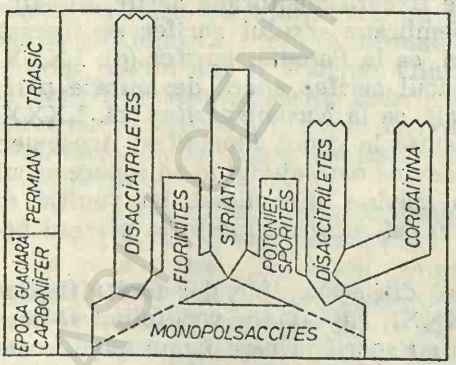


Fig. 71 — Încercare de prezentare filogenetică a polenului sacat prin schimbările morfologice înregistrate în intervalul carbonifer-triasic (după G. F. Hart, 1969).

O încercare de prezentare a relaţiilor filogenetice a fost realizată de G. F. Hart (1969). Pe baza schimbărilor morfologice dintre diferite grupe de polen se conturează în bază (carbonifer) grupul *Monopolsacites*, din care se desprinde linia *Flo-*

rinites și din aceasta grupul *Disaccitriletes*. Pe de altă parte, din *Potonieisporites* se desprinde grupul *Disaccitriletes*, cu genurile *Vestigisporites* și *Cordaitina* (fig. 71).

Originea grupului *Striatiti* rămîne încă o problemă necunoscută.

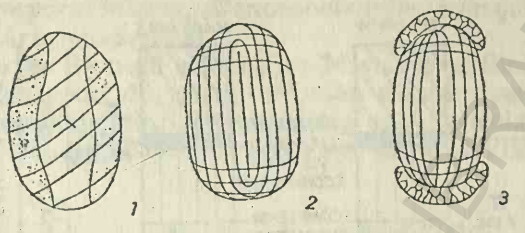


Fig. 72 — Polen poliplicat din permo-triasic: *1 — Marsupipollenites; 2 — Pakhapites; 3 — Vittatina.*

Polenul poliplicat rămîne o prezență destul de problematică la nivelul permianului. După unii autori sînt tipuri cu morfologie aberantă de polen bisacat. Se cunosc tipuri lipsite de saci, dar cu sulcus distal și urmă triletă remanentă (*Marsupipollenites*, fig. 72/1). Alte tipuri sînt lipsite de aceste elemente (*Pakhapites*, fig. 72/2). Există genuri cu corp striat și sacii mici și reticulați caracteristici polenului bisacat (*Vittatina*, fig. 72/3).

În *provincia cu Glosopteris*, la sfîrșitul permianului, apare polen poliplicat cu structuri aproape monocolpate *(Schopfipollenites)*.

Ținînd cont de grupele importante de polen din acest interval se constată că grupa polenului bisacat are o repartiție stratigrafică departe de a fi caracteristică.

Zonele palinologice din permian-triasic nu pot fi extinse în afara provinciilor floristice existente în acest interval.

2.3. ASOCIAȚII DE PALINOMORFE ȘI SPORI-POLEN ÎN PALEOZOICUL DIN ROMÂNIA

Asociațiile de palinomorfe și spori-polen, întîlnite atît în seriile cristalofiliene (metamorfozate), cît și în seriile sedimentare ale ciclului paleozoic, au permis corelări și zonări palinostratigrafice de detaliu chiar în areale considerate mult timp azoice, cum sînt șisturile cristaline.

2.3.1. ASOCIAȚII MICROFLORISTICE ÎN FORMAȚIUNILE CRISTALOFILIENE

2.3.1.1. CARPAȚII ORIENTALI

Formațiunile cristaline din sectorul munților Bistrița și Rodna revin la trei cicluri, din care ciclul precambrian superior-cambrian (=baikalian) corespunde seriei de Tulgheș, iar ciclul paleozoic este reprezentat prin seria hercinică de Repedea—Țibău.

În schimb, în seria de Tulgheș (fig. 73), pe lîngă speciile cu interval stratigrafic larg, se întîlnesc și unele ca *Lophotriletes rugosus, Zonosphaeridium sp., Leioligotriletum bistrowi*, caracteristice paleozoicului inferior (cambrian inferior). În ansamblu, asociația corespunde intervalului pro-

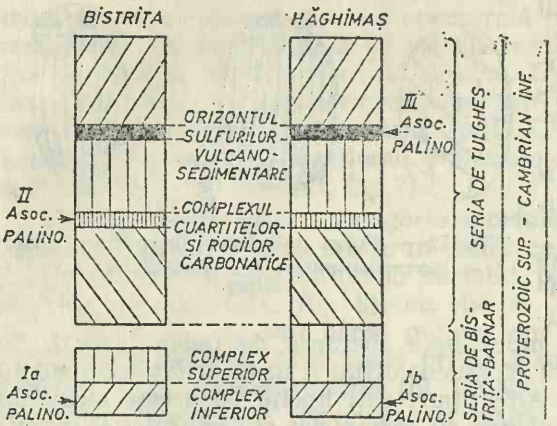


Fig. 73 — Poziția asociațiilor microfloristice în coloana sintetică a formațiunilor cristaline din Munții Bistriței și Munții Hăghimașului (după Violeta Iliescu și M. Mureșan, 1970).

terozoic superior — cambrian inferior. Este de remarcat faptul că în nivelul grafitos al seriei de Tulgheș din sectorul Bălan au fost identificate și specii citate numai în cambrianul inferior *(Lophotriletes rugosus)*, ceea ce indică poziția superioară a acestui nivel față de nivelul sectorului Isipoaia — Leșul Ursului (V. Iliescu și M. Desila-Codarcea, 1964). Aceste rezultate concordă și cu datele de geometrie stratigrafică stabilită în seria de Tulgheș, unde în zona Isipoaia — Leșul Ursului asociațiile microfloristice provin din complexul cuarțitelor și rocilor carbonatice, iar cele din zona Bălan provin din complexul vulcanogen-sedimentar superior, situat la partea superioară a seriei.

Ciclul paleozoic cuprinde mai multe serii și anume: seria de Repedea din Munții Rodnei, seria de Țibău din Munții Bistriței și seria de Bistra din sectorul nordic al Munților Maramureș.

Seria de Repedea corespunde învelișului epimetamorfic al fundamentului precambrian și cuprinde 6 unități litostratigrafice. Asociațiile „palinologice" indică pentru această serie vîrsta silurian superior (eventual ordovician superior)-carbonifer inferior. Pentru partea bazală a seriei (ordovician superior-silurian), asociațiile nu sînt prea concludente, respectiv pentru complexul R_{p1}.

Complexul R_{p2} are un conținut microfloristic reprezentat prin: *Protosphaeridium microgranifer, Leiosphaeridia* și dintre chitinozoare, *Sphaerochitina,* asociație caracteristică intervalului silurian superior-devonian. Complexele R_{p3} și R_{p6} nu au dat asociații concludente. În schimb, *complexul* R_{p4} prezintă o asociație de spori formată din: *Retusotriletes sp., Archaeozonotriletes sp., Leiotriletes sp.* și *Granulatisporites,* care în ansamblu indică vîrsta devonian mediu.

Carboniferul inferior a fost identificat în *complexul* R_{p5} pe baza asociațiilor de microspori, *Savitrisporites sp.* și *Leiotriletes sphaerotriangulus.*

Se poate spune că în Munții Rodnei, seria epimetamorfică corespunde în mare parte paleozoicului, respectiv intervalului ordovician superior—carbonifer inferior.

Seria de Țibău este constituită din roci epimetamorfice, care acoperă discordant fundamentul cristalin al seriei de Tulgheș. Această serie se poate corela parțial cu seria de Repedea.

Totuși, asociațiile de spori întîlnite în apropierea localității Cîrlibaba (bazinul Bistriței Aurii) sînt variate și bogate, fiind tipice pentru carbo-

nifer *(Leiotriletes densus, Murospora intrata, Stenozonotriletes triangulus, Microreticulatus lunatus* și *Arhensisporites).*

Seria de Bistra apare în partea de nord a Munților Maramureș, fiind reprezentată printr-o asociație de spori de vîrstă devonian superior-carbonifer inferior. Asociația se compune din: *Retusotriletes sp., Reticulatisporites sp., Verrucosisporites sp., Hymenozonotriletes sp.* (pl. LXXVIII, fig. 9) și *Zonotriletes luteolus.*

2.3.1.2. CARPAȚII MERIDIONALI

Studii palinologice privind formațiunile cristalofiliene din Carpații Meridionali au fost efectuate mai ales în sectorul central, în Munții Poiana Ruscă, în domeniul Autohtonului danubian (partea de est a Banatului) ca și în domeniul Getic (partea sud-estică a Banatului).

Seria de Sibișel corespunde părții centrale a Carpaților Meridionali, fiind cuprinsă în sectorul Rășinari—Cisnădioara—Sadu. Asociația microfloristică constituită din: *Leiominuscula minuta, Lophominuscula prima, Margominuscula tenela* și *M. antiqua* caracterizează precambrianul mediu. Seria de Sibișel corespunde ciclului prebaikalian.

Seria de Rășinari corespunde ciclului paleozoic. În această serie s-a întîlnit asociația cu *Protoleiosphaeridium cambriense, Stenozonoligotriletum sp., Lopholigotriletum ataeforme,* caracteristică pentru cambrianul inferior. Seria de Rășinari acoperă seria de Sibișel.

Seria de Vîlcan, din Munții Retezat, numită și seria clastică, a permis identificarea în depozitele psamo-pelitice a unei microflore formată din *Protoleiospheridium cambriense* și *Trioliogotriletum asperum* (A. Visarion), care indică vîrsta proterozoic superior-cambrian inferior.

Seriile de Ghelar și *de Padeș* corespund ciclului hercinic, dezvoltat în partea de nord-est a Munților Poiana Ruscă. În ambele serii au fost identificate asociații de microspori de vîrstă devonian-carbonifer. Semnalăm printre altele *Leiotriletes adnatus, L. gulaferus, Arhensisporites sp., Lycospora sp.* Din complexul calcarelor de Ghelar se semnalează asociații de spori: *Retusotriletes sp., Geminospora sp., Leiotriletes minutus, L. marginatus,* specii de vîrstă devonian inferior și mediu.

Seria de Riul Alb corespunde formațiunilor metamorfozate, dezvoltate în sectorul Feneș—Ideg din cadrul Pînzei Getice. Asociația microfloristică include genuri și specii cu larg interval evolutiv, cantonate mai ales în paleozoicul inferior. Există și elemente *(Lophosphaeridium rarum, Acritarcha* și *Leiofusa),* care conferă seriei bazale vîrsta ordovician.

Seria de Locva face parte din unitatea Supragetică, situată în partea sud-estică a Banatului. În această serie au fost semnalate Acritarcha și „microspori" de vîrstă ordovician-silurian.

Seria de Leșcovița, din aceeași unitate, include 3 complexe litostratigrafice. Primele două complexe conțin o microfloră reprezentată prin: *Punctatisporites sp., Peroforosporites sp., Geminospora sp., Convolutispora sp.,* Acritarcha și Chitinozoare, fiind de vîrstă devoniană. Cel de-al treilea complex conține microspori de vîrstă carbonifer inferior de tipul *Calamospora sp., Granulatisporites sp., Leiotriletes gulaferus* și *Triquitrites sp.*

Corelarea palinostratigrafică a seriilor din unitatea Supragetică cu cele din Munţii Poiana Ruscă se poate realiza pe baza asociaţiilor de spori care sînt destul de comune.

2.3.1.3. MUNŢII APUSENI

Majoritatea datelor palinologice provin din seriile metamorfozate ale Munţilor Bihor, respectiv sectoarele Arieş, Gilău şi Biharia.

Seria Baia de Arieş are un conţinut microfloristic reprezentat prin *Fibularix porulosa, Scintilla perforata* şi *Milliaria implexa,* care indică vîrsta precambrian mediu.

Seria de Biharia din sectorul Arieş conţine o microfloră formată din sferomorfite (Acritarcha) şi fragmente de alge de tip „laminarite", de vîrstă precambrian superior—cambrian inferior.

Seria de Arada separată în Munţii Gilău conţine *Stictosphaeridium sinapticuliferum, Protosphaeridium densum, P. acis* şi alge de tip „laminarite", caracteristice precambrianului superior—cambrian inferior.

Seria de Muncel din sectorul Arieş este caracterizată de specii de Acritarcha de tip acantosferid şi leiofusid cu interval stratigrafic limitat la cambrian-ordovician.

În partea de sud a Munţilor Bihor, respectiv în *zona Biharia,* se menţionează o asociaţie de spori formată din *Calamospora microrugosa, Granulatisporites microgranifer, Triquitrites* cf. *trivialis* şi *Densosporites* cf. *variomarginatus,* care indică vîrsta carbonifer inferior (A. Visarion).

Seria de şisturi verzi sau *seria blastodetritică* din sectorul Arieşeni—Avram Iancu conţine o asociaţie de spori, reprezentată prin *Leiotriletes ornatus, Calamospora sp., Verrucosisporites rariverrucosus, Microreticulatisporites sp., Reticulatisporites sp., Triquitrites trivolvis* şi *Tripartites sp.,* de vîrstă carbonifer inferior.

2.3.1.4. PLATFORMA MOLDOVENEASCĂ

În Platforma Moldovenească, asociaţiile microfloristice au fost întîlnite în depozitele traversate de forajele de la Iaşi şi Bătrîneşti, respectiv între adîncimile de 600 şi 900 m şi provin din depozite greso-argiloase cu *Leiosphaeridium sp., Tasmanites sp., Protosphaeridium tuberculiferum, P. clarum, Synsphaeridium conglutinatum, Stictosphaeridium pectinale, Favosphaeridium favosum* şi *Cyamatophsaera sp.* Asociaţia menţionată indică vîrsta cambrian-ordovician. La adîncimea de peste 900 m s-a intrat în formaţiunile grezoase ale precambrianului superior.

2.3.1.5. DOBROGEA CENTRALĂ

Prima menţiune asupra prezenţei unei asociaţii microfloristice în şisturile verzi din Dobrogea Centrală aparţine polonezilor E. Glowacki şi P. Karnkowski (1963), care citează din *seria Grauwackelor superioare* de pe V. Casimcei, genurile: *Protoleiosphaeridium sp.* şi *Trachyoligotriletum sp.,* atribuind acestei serii vîrsta precambrian superior.

Statigrafia de detaliu a şisturilor verzi din Dobrogea Centrală a fost realizată de O. Mirăuţă (1964), care distinge următoarele serii sau complexe:

— Complexul Infragrauwacke;
— Complexul Grauwackelor inferioare;
— Complexul Grauwackelor superioare;
— Complexul Supragrauwacke.

Din Complexul Grauwackelor superioare, zona lacului Taşaul, din cariera Sibioara (V. Iliescu şi V. Mutihac, 1965) se semnalează: *Leiominuscula rugosa, Margominuscula rugosa, Lophominuscula prima, Protoleiosphaeridium sp., Leioligotriletum glumaceum, L. compactum, Stenozonoligotriletum sokolovi, Trachyoligotriletum laminaritum, T. minutum.* Asociaţia indică pentru acest complex vîrsta precambrian superior (riphean) — cambrian inferior. Nu ar fi exclus ca şi în Dobrogea de Nord, seria epimetamorfică de la Tulcea să conţină asociaţii microfloristice asemănătoare celor din Dobrogea Centrală.

2.3.2. ASOCIAŢII MICROFLORISTICE ÎN FORMAŢIUNILE SEDIMENTARE

Asociaţiile microfloristice din formaţiunile sedimentare au fost în mare parte conturate, atît pentru unităţile arcului carpatic, cît şi pentru regiunile de platformă, unde excelează datele din foraje.

2.3.2.1. SPORI DE VÎRSTĂ SILURIANĂ

Au fost semnalaţi cu totul sporadic în depozitele traversate de forajul de la Nicolina (Iaşi) din Platforma Moldovenească (N. Macarovici, D. Beju şi L. Olaru, 1965). Silurianul corespunde adîncimilor 362,80 m şi 292,70 m, fiind reprezentat printr-o serie marno-grezo-calcaroasă, bogată în faună de brachiopode şi tentaculiţi. Asociaţia de spori, destul de săracă, este formată din *Leiotriletes sp., Punctatisporites sp.* şi *Ambitiosporites sp.*, alături de specii de chitinozoare şi Acritarcha. Vîrsta depozitelor este silurian superior.

2.3.2.2. SPORI DE VÎRSTĂ DEVONIANĂ

Asociaţii extrem de bogate în spori au fost semnalate în depozitele traversate de forajele din *Platforma Moesică*, respectiv: Mangalia, Călăraşi, Ţăndărei, Smirna, Zăvoaia, Bordeiu Verde, Urziceni, Ciureşti, Balş, Chilia, Bibeşti, Dîrvari şi Comana.

Analizele palinologice realizate de D. Beju relevă pentru forajul de la Mangalia o asociaţie formată din: *Leiotriletes sp., Punctatisporites sp., Ambitiosporites sp., Emphanisporites sp.* şi *Retusotriletes sp.*, asociaţie ce provine din argilite negre, traversate între 951—1 092 m adîncime care, alături de extrem de bogata faună de brachiopode, crinoizi şi tentaculiţi, indică vîrsta devonian inferior, respectiv coblenţian. O altă

asociație de spori a fost întîlnită în intervalul 652—951 m, cu *Apiculatisporites* și *Hymenozontriletes*, de vîrstă devonian mediu (eifelian și givetian).

În *Platforma Moesică*, D. B e j u (1971) separă zone palinologice în seria terigenă de vîrstă paleozoic inferior, ca și în seria calcaro-dolomitică de vîrstă paleozoic superior (pro parte) (fig. 74).

În seria terigenă a paleozoicului se separă *zona palinologică G-2* (ludlowian), în care se face remarcată prezența primilor spori trileți, de talie mică și morfologie simplă, de tip *Leiotriletes simplex, Ambitisporites dilutus, A. avitus, Punctatisporites sp., Retusotriletes sp.* și *Emphanisporites*, formă mică, care anunță ceva mai devreme devonianul, zona corespunzînd ca vîrstă părții terminale a silurianului.

Devonianul conține 3 zone palinologice. Astfel *zona palinologică D-1* corespunde devonianului inferior, fiind reprezentat printr-un complex de argilite, microgresii, extrem de bogate în spori cu peste 78 de tipuri. În cuprinsul zonei D-1 se constată că, pornind de la limita cu silurianul către mesodevonian, frecvența sporilor crește progresiv, fiind însoțită de o creștere continuă a taliei, ca și de complicarea morfologiei. În cadrul devonianului inferior au fost separate subzonele:

— *D — 1 a (gedinian)*, care se caracterizează prin apariția frecventă a unui grup de spori simpli, de talie mică (20—25 microni), de tip: *Leiotriletes simplex, L. laevis, Punctatisporites sp., P. debilis, Retusotriletes simplex, Emphanisporites minutus* și diverse tipuri de *Ambitiosporites;*

— *D — 1 b (siegenian)*, ce prezintă o asociație de spori mult mai diversificată, în care, pe lîngă forme simple, apar specii cu exina ornată prin spini de tip *Anapiculatisporites ventae, Acanthotriletes infimus, Apiculiretusispora sp.* sau alți spori cu îngroșări radial-proximale, ca *Emphanisporites rotatus, E. robustus*, în asociație cu *Perforosporites robustus, Retusotriletes communis, R. semizonalis* și tipuri sferice simple de *Punctatisporites* și *Calamospora;*

— *D — 1 c (emsian)*, care este caracterizată prin apariția sporilor cu zona sau cingulum, precursorii microflorei mesodevoniene. Tipuri semnificative sînt: *Lycospora culpa, Auroraspora minuta, Hymenozonotriletes* cf. *spinosus, Perotriletes mutabilis, Apiculatisporites burtonensis, Retusotriletes triangulatus* și *Emphanisporites (anulatus și mcgregori).*

Zona palinologică D — 2 (mesodevonian) este o zonă ce corespunde orizontului grezo-cuarțitic (fig. 74) cu care se încheie seria terigenă de vîrstă paleozoic inferior, dar care cuprinde și partea bazală a seriei calcaro-dolomitice. Asociația acestei zone este foarte diversificată față de cea a zonei D — 1, fiind alcătuită din 116 tipuri de spori, în care predomină sporii de talie mare (100—300 microni), prevăzuți cu zona și ornamentație foarte variată. Zona palinologică D — 2 se subîmparte în două subzone și anume:

— *D — 2 a (eifelian)*, care prezintă un amestec de tipuri eodevoniene, alături de apariții noi, din care semnalăm: *Spinozonotriletes maximus, Calyptosporites pilaspinosus, C. proteus, Grandispora diamphida, Ancyrospora, Calamospora atava, Dibolisporites echinaceus* și reprezentanți de talie mare ai genului *Retusotriletes;*

— *D — 2 b (givetian)*, care corespunde părții bazale a seriei calcaro-dolomitice, individualizîndu-se prin dispariția speciilor de spori cu

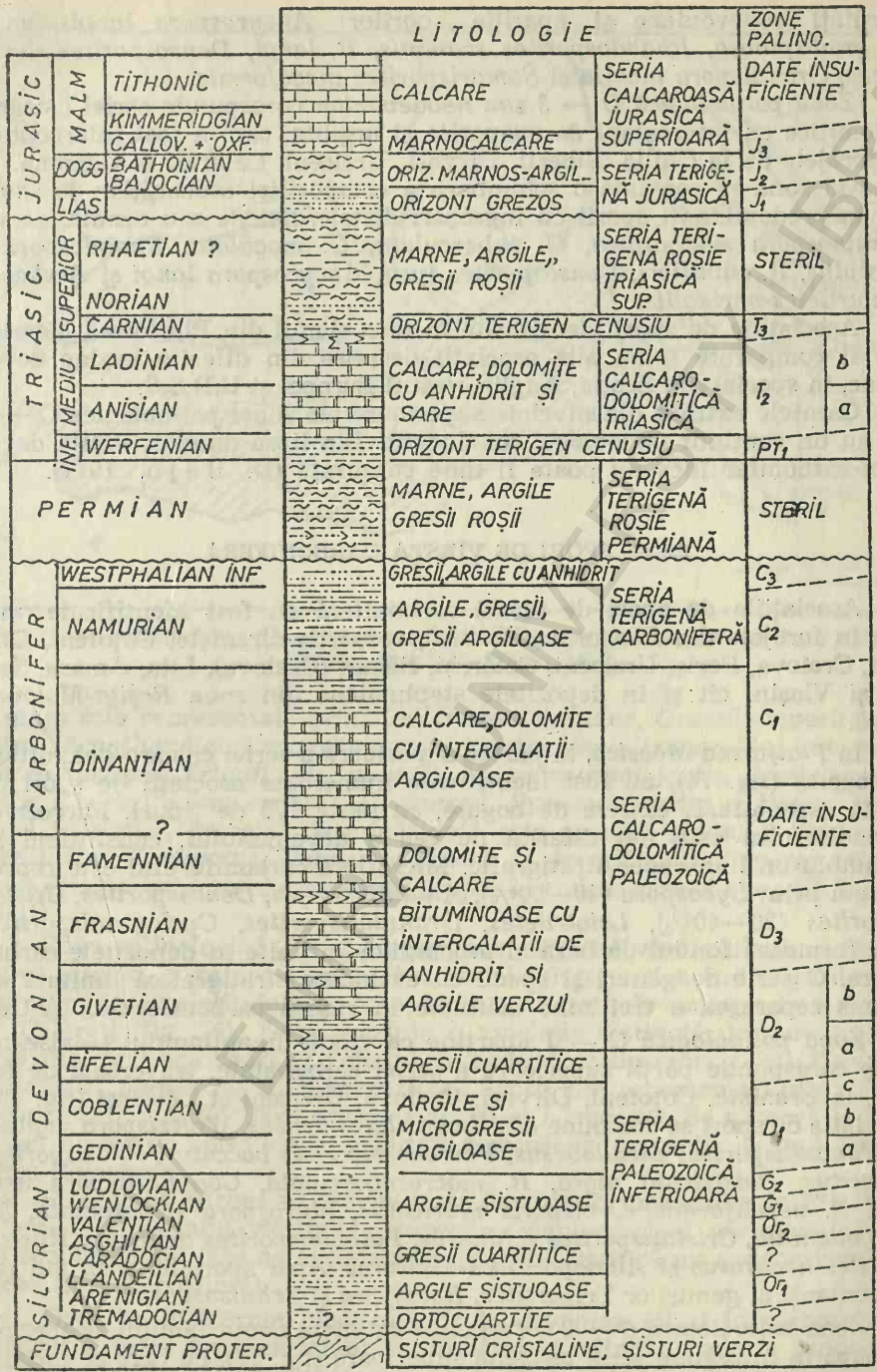


Fig. 74 — Palinozone caracteristice formațiunilor paleozoice și mezozoice (triasic-jurasic) din Platforma Moesică (după D. Beju, 1971).

afinităţi eodevoniene şi apariţia sporilor: *Ancyrospora longispinosa, A. gradispinosa, Rhabdosporites scamnus, R. langi, Densosporites devonicus, Grandispora inculta* şi *Samarisporites megaformis.*

Zona palinologică D — 3 sau neodevonian corespunde seriei calcaro-dolomitice cu intercalaţii de evaporite şi argilite, care a fost interceptată în forajele de la Chilia, Bibeşti, Dîrvari, Urziceni, Călăraşi şi Comana. În această zonă se constată o schimbare a compoziţiei asociaţiilor de spori. Devin predominanţi sporii cu îngroşări distale, netede sau ornate, de tip *Geminospora svalbardica, G. tuberculata, G. maculata, Rhabdosporites parvulus, R. cuvillieri, Densosporites lysii, Ancyrospora langi* şi *Archaeozonotriletes variabilis.*

Asociaţiile de spori identificate în devonianul din Platforma Moesică pot fi comparate şi cu alte asociaţii descrise din diferite bazine devoniene, în special din Scoţia, Anglia, vestul Europei şi U.R.S.S.

Carotele extrase din nivelele superioare ale zonei palinologice D — 3 nu au un conţinut palinologic concludent. Din lipsa datelor, limita devonian-carbonifer încă nu poate fi bine conturată (D. B e j u, 1971).

2.3.2.3. SPORI DE VÎRSTĂ CARBONIFERĂ

Asociaţiile de spori de vîrstă carboniferă au fost identificate mai ales în forajele din *Platforma Moesică,* respectiv Braniştе, Coţofeni, Dîrvari, Craiova, Periş, Urziceni, Călăraşi, Răcari (Craiova), Liţa, Amara, Salcia şi Vlaşin, cît şi în depozitele stephaniene din zona *Reşiţa-Moldova Nouă.*

În *Platforma Moesică,* la partea superioară a seriei calcaro-dolomitice, paleozoice (fig. 74), au fost identificate numeroase asociaţii de spori de vîrstă carboniferă, extrem de bogate, cu peste 170 de tipuri. Microflora carboniferului este net diferită de cea a devonianului, constituind în ansamblu un bun reper stratigrafic. Microflora carboniferului este reprezentată prin: *Lycospora* (40—60%), *Anulatisporites, Densosporites, Cristatisporites* (20—40%), *Leiotriletes, Granulatisporites, Cyclogranisporites,* care formează fondul de bază al asociaţiilor întîlnite în depozitele carbonifere. O serie de genuri şi specii cu extindere stratigrafică limitată au permis separarea a trei zone distincte în cadrul carboniferului. Astfel:

Zona palinologică C — 1 aparţine ca vîrstă dinanţianului (=visean). Zona corespunde părţii superioare a seriei carbonatate, traversată de foraje, la Braniştе, Coţofeni, Dîrvari, Craiova, Urziceni şi Călăraşi (fig. 75). Asociaţia de spori se compune din: *Leiotriletes densus, Waltzispora sagittata, Punctatisporites pseudobesus, Verrucosisporites baccatus, Pilosisporites verrurtus, Raistrickia nigra, R. macrotuberculata, Convolutispora usetata, C. vermiformis, Orbisporis muricatus, Murospora tripulvinata, M. margodentata, Cristatisporites echinatus, Potonieisporites delicatus, Knoxisporites hederatus* şi *Alatisporites tessellatus.* Apar sporadic şi primii reprezentanţi ai genurilor *Tripartites, Rotaspora* şi *Schulzospora.*

Zona palinologică C — 2 corespunde ca vîrstă namurianului, acoperind aproape în întregime seria terigenă superioară (fig. 74), cu care se încheie ciclul sedimentar al paleozoicului în Platforma Moesică. Asociaţia de spori întîlnită în carotele forajelor de la Salcia, Liţa, Răcari, Vlaşin, Periş şi

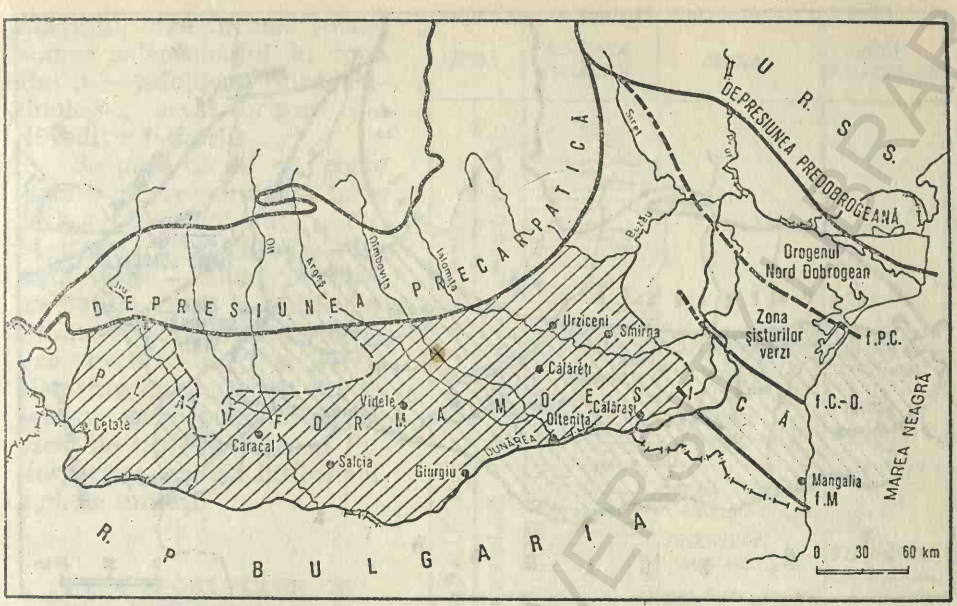


Fig. 75 — Răspîndirea depozitelor carboniferului inferior (dinanţian) în Platforma Moesică (după D. Beju, 1971).

Amara este reprezentată prin: *Leiotriletes tumidus, Granulatisporites politus, Acanthotriletes microspinosus, Raistrickia microhorrida, Convolutispora varicosa, Triquitrites tricuspis, Mooreisporites fustis, Savitrisporites nux, Cirratriradites ornatus, C. sturani, Spencerisporites radiatus.* În cadrul asociaţiei, deosebit de importantă este apariţia grupului *Tripartites ventustus, T. rugosus, Rotaspora fracta, R. knoxii* şi *Bellispores nitidus,* care ating maximum de frecvenţă numai în cadrul acestei zone (D. Beju, 1971).

Zona palinologică C — 3 corespunde ca vîrstă westfalianului inferior, fiind plasată la partea terminală a seriei terigene şi avînd o grosime de 60 m, cu intercalaţii de evaporite, serie traversată de sondele de la Amara şi Călăreţi (fig. 76). Zona prezintă o asociaţie distinctă, în care îşi face apariţia, pe lîngă spori, şi polenul, în special de tip monosacat *(Florinites volans, F. pumicosus* şi *Pytiosporites).* Sporii sînt reprezentaţi prin: *Vestispora profunda, Laevigatosporites ovalis* şi *L. medius.* Se observă la acest nivel dispariţia speciilor cu afinităţi namuriene, respectiv grupul Tripartites-Rotaspora.

Prin acest orizont se încheie seria depozitelor paleozoice în Platforma Moesică; intervalul westfalian superior, stephanian şi permian inferior corespunde unei faze de exondare; seria roşie detritică nu are conţinut fosilifer (nici microfloră).

Deci, în Platforma Moesică, atît în devonian cît şi în carbonifer, a existat o mare cu caracter epicontinental şi adîncimi relativ reduse, în care oscilaţiile mai evidente sînt la nivelul eodevonianului, în eifelian. În eodevonian, la nivelul eifelianului se constată un aport masiv de spori, a căror frecvenţă sugerează că zona de uscat se situa în relativa apropiere

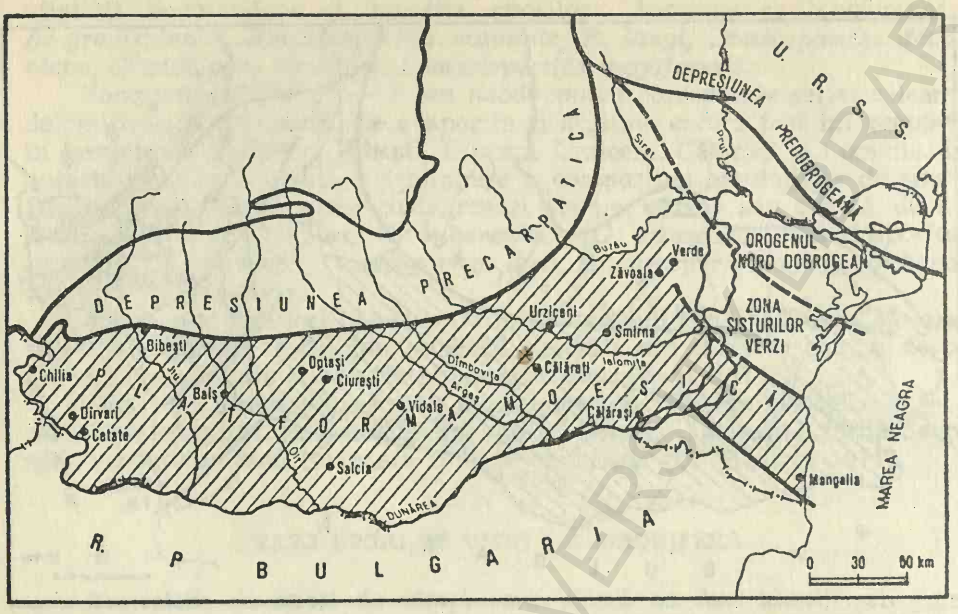


Fig. 76 — Răspîndirea depozitelor carboniferului mediu din Platforma Moesică (după D. Beju, 1971).

a bazinului de sedimentare. Caracterul de mare puțin adîncă cu influențe lagunare este atestat de prezența intercalațiilor de evaporite, ca și de apariția frecventă a sporilor de talie mare în partea inferioară a seriei calcaro-dolomitice, respectiv segmentelor stratigrafice atribuite givetianului și frasnianului. Același caracter se regăsește și în carbonifer, unde abundența sporilor în intercalațiile pelitice din calcarele dinanțiene sugerează un mediu depozițional apropiat de uscat. În schimb, seria terigenă superioară a carboniferului prezintă un palinofacies tipic zonelor de sedimentare paralice, caracterizat prin abundența sporilor de tip *Lycospora, Annulatisporites, Densosporites* ca și prin prezența nivelelor de cărbuni.

În *zona Reșița—Moldova Nouă* (Banat) depozitele carboniferului și permianului revin la trei orizonturi. Astfel:

Orizontul inferior este constituit din conglomerate, gresii și gresii argiloase, dispuse direct pe fundamentul cristalin (fig. 77). Din acest orizont provine o floră cu *Calamites cisti, Annularia longifolia, Lepidodendron obovatum, Pecopteris arborescens* și *Sphenophyllum angustifolium,* care precizează vîrsta stephaniană a orizontului (S. Năstăseanu, 1969). Palinologic, partea inferioară a orizontului este sterilă. În schimb, partea superioară a permis separarea unor zone la partea bazală, cu polen monosacat de tip *Florinites,* de vîrstă stephanian superior.

Orizontul mediu format din șisturi argiloase negre conține *Walchia pinniformis* și *Callipteris conferta,* fiind de vîrstă autuniană (permian inferior). În acest segment s-a separat zona palinologică superioară ca *Potonieisporites* și *Striatites* (fig. 77).

Orizontul superior corespunde argilitelor negre cu intercalații de gresii roșii; fără a avea probe paleontologice, acestea au fost atribuite saxo-

nianului, care încheie succesiunea paleozoicului în zona Reşiţa — Moldova Nouă. Palinologic, acest orizont s-a dovedit a fi steril.

Se pare că nu se poate stabili o corespondenţă între carbonifer-permianul din Platforma Moesică şi cel din zona Reşiţa — Moldova Nouă, asociaţiile fiind net diferite, situate în segmente stratigrafice necorelabile; singurele elemente comune sînt reprezentate prin polenul monosacat de tip *Florinites* şi *Pytiosporites*, genuri întîlnite în ambele unităţi.

Fig. 77 — Zone palinologice în depozitele carbonifer-permiene din zona Reşiţa—Moldova Nouă (Banat).

2.3.2.4. SPORI-POLEN DE VÎRSTĂ PERMIANĂ

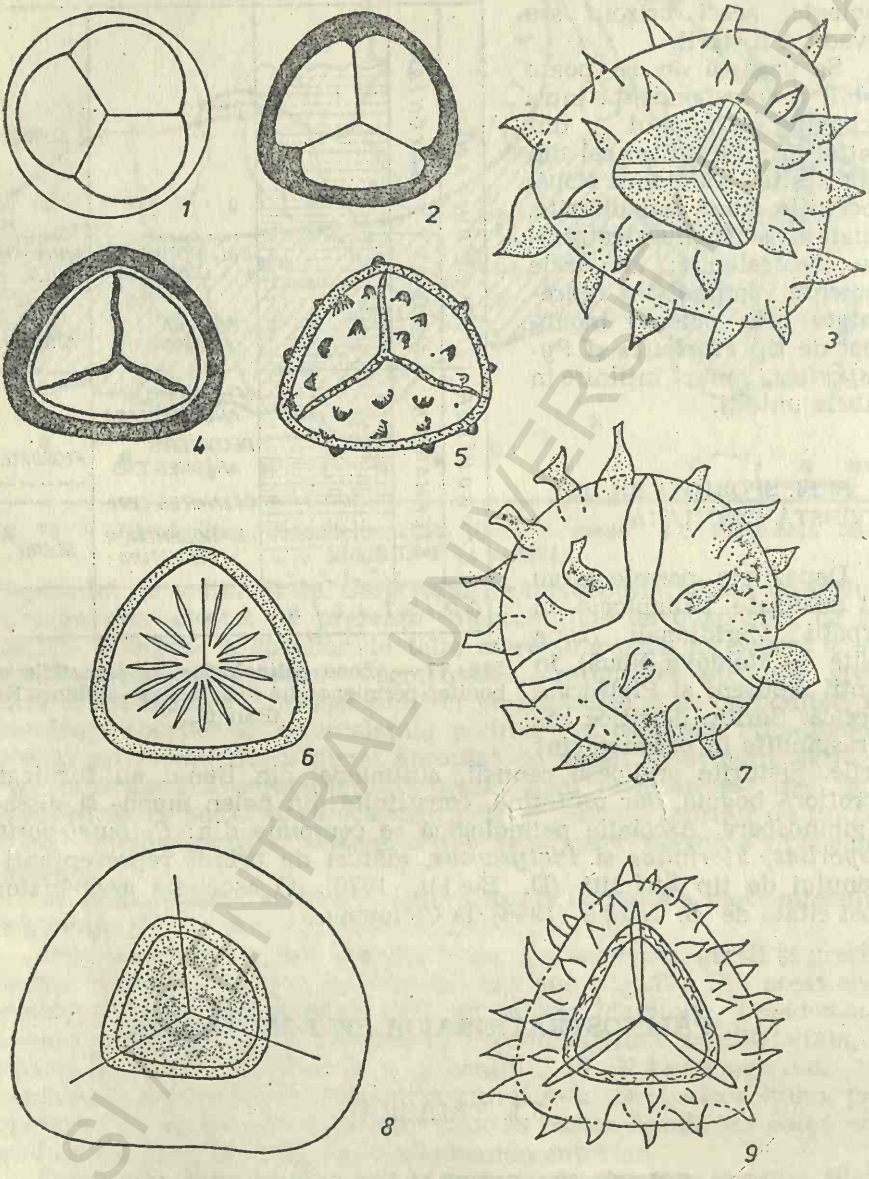
Depozitele permiene au fost analizate palinologic în Carpaţii Meridionali (zona Reşiţa — Moldova Nouă), în Munţii Apuseni şi Platforma Moesică. Seriile detritice roşii răspîndite în permian sînt sterile. Şisturile argiloase cenuşii, autuniene, din Banat au furnizat o microfloră bogată, dar uniformă, constituită din polen mono- şi dissacat de gimnospere. Asociaţia palinologică se compune din: *Potonieisporites*, *Alisporites*, *Florinites* şi *Platysaccus*, alături de primii reprezentanţi ai polenului de tip Striatiti (D. Beju, 1970). O asociaţie asemănătoare a fost citată de S. Luţă (1968) la Ciclovina.

3. PALINOSTRATIGRAFIA EREI MEZOZOICE

3.1. TRIASICUL

3.1.1. COMPOZIŢIA GENERALĂ A FLOREI TRIASICE

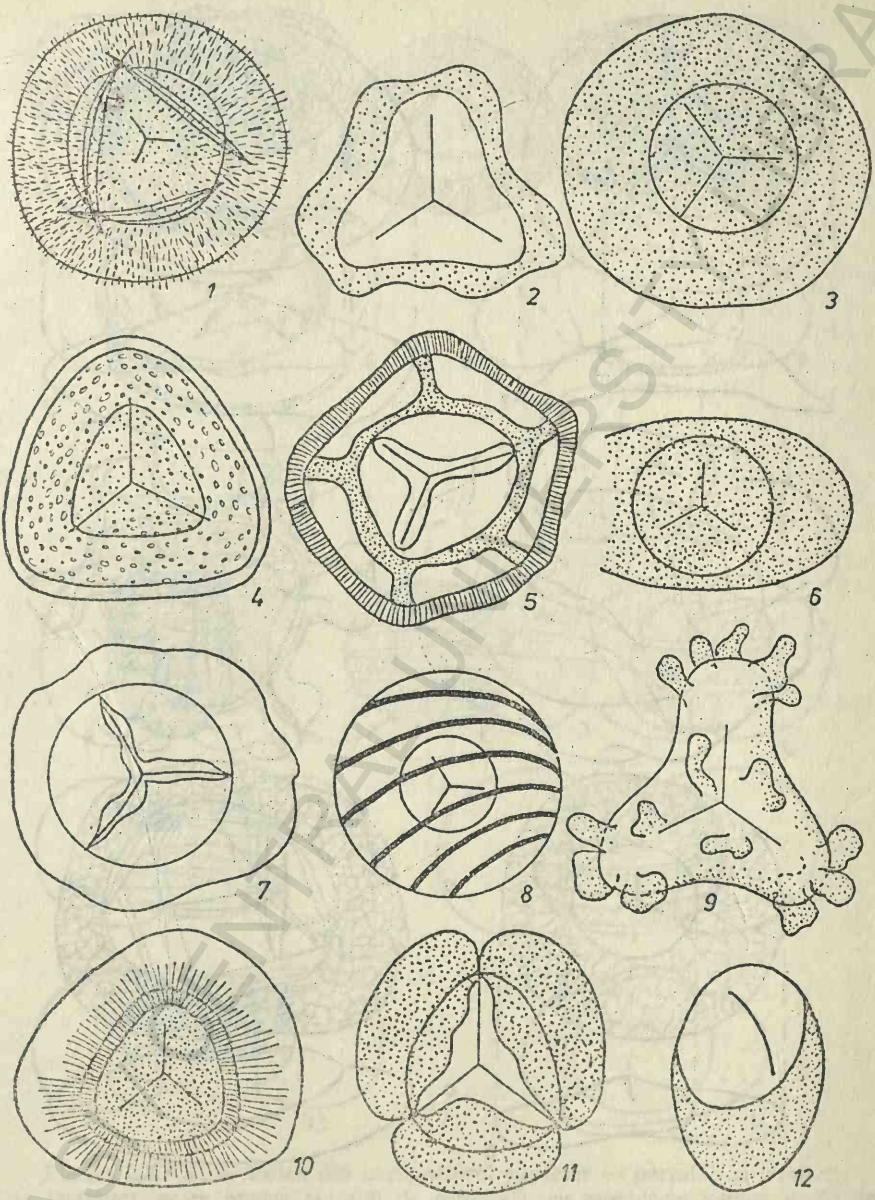
Modificările floristice de la sfîrşitul paleozoicului şi începutul mezozoicului par să fi apărut mai curînd în timpul permianului decît la limita permian-triasic. Astfel, în coloana stratigrafică propusă de Gothan (Gothan şi Remy, 1957), limita între flora paleozoică



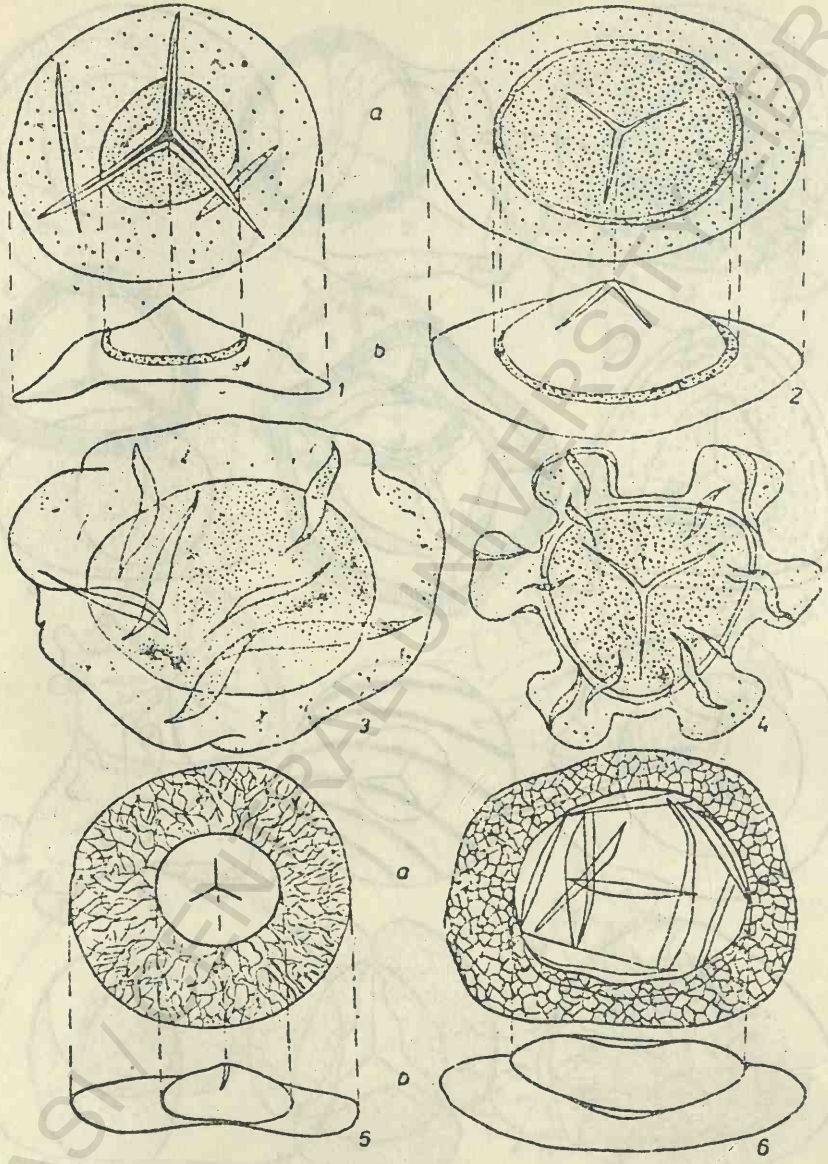
Planșa LXXVIII — Genuri de spori din devonian și carboniferul inferior:

1 — *Retusotriletes* sp.; *2* — *Ambitisporites* sp.; *3* — *Ancyrospora* sp.; *4* — *Archaeozonotriletes* sp.; *5* — *Streelisporites* sp.; *6* — *Emphanisporites* sp.; *7* — *Hystrichosporites* sp.; *8* — *Calyptosporites* sp.; *9* — *Hymenozonotriletes* sp.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



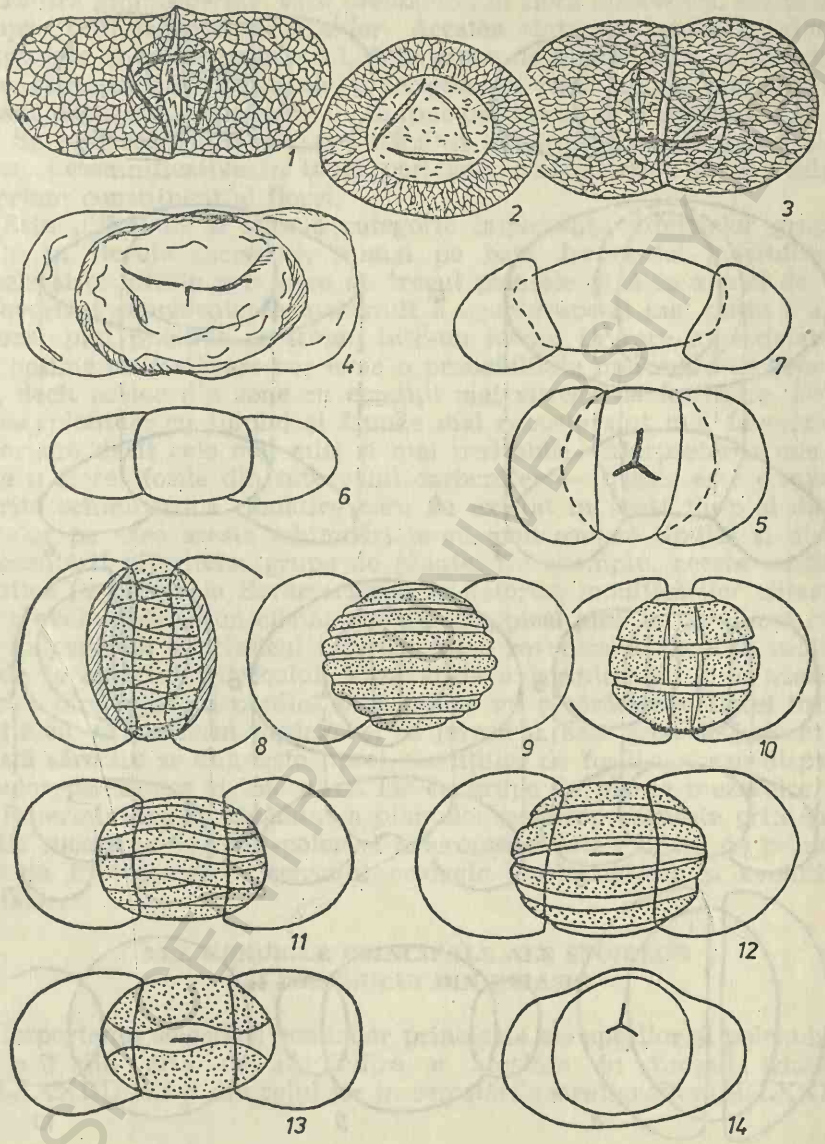
Planșa LXXIX — Genuri de spori și prepolen întîlniți în devonian și carbonifer:
1 — Rhabdosporites sp.; *2 — Murospora* sp.; *3 — Endosporites* sp.; *4 — Grandispora* sp.; *5 — Knoxisporites* sp.; *6 — Schulzospora* sp.; *7 — Wilsonites* sp.; *8 — Vestispora* sp.; *9 — Mooreisporites* sp.; *10 — Radiizonates* sp.; *11 — Alatisporites* sp.; *12 — Torispora* sp.



Planșa LXXX — Polen din carboniferul superior și permian:

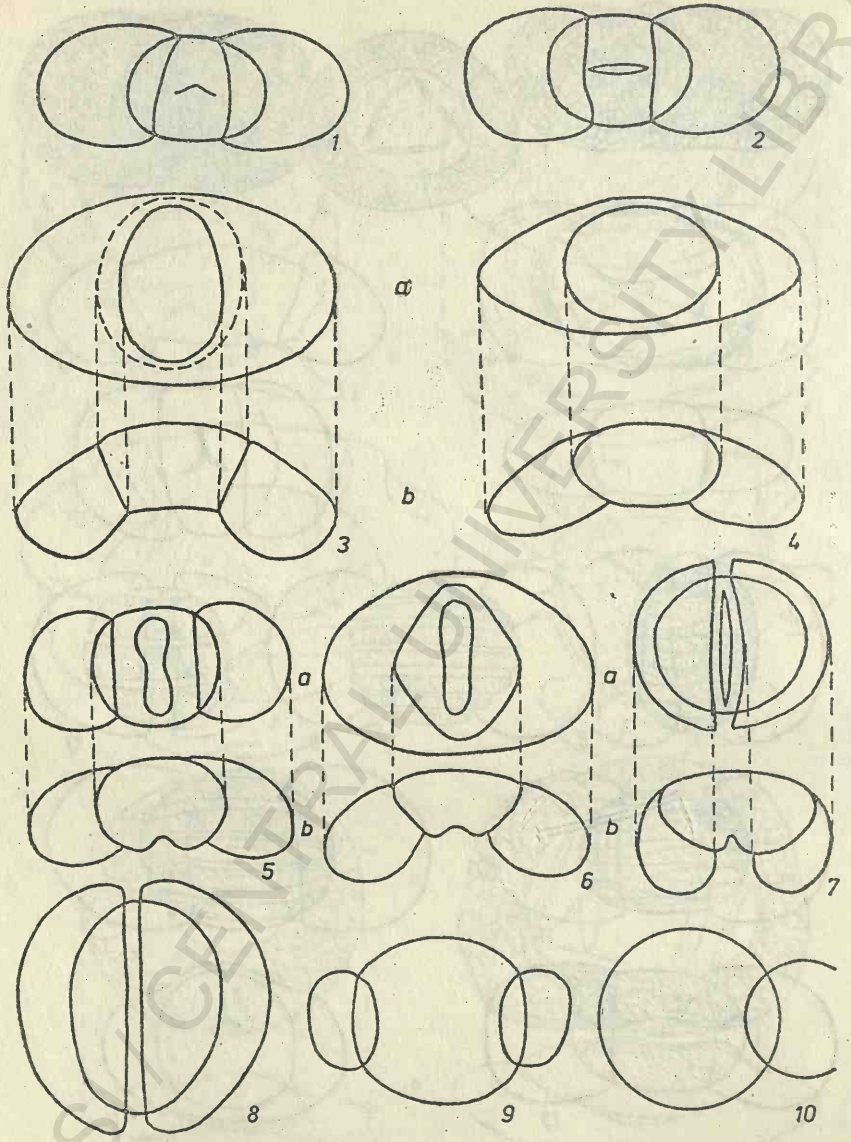
1, 2 — polen pseudosacat de tip *Endosporites (1)* și *Schulzospora (2)*; *3, 4* — polen pseudosacat produs probabil de pteridosperme primitive (*3* — *Remysporites*; *4* — *Alisporites* cu 3—11 saci); *5, 6* — polen monosacat: *a* — vedere polară; *b* — în secțiune (*5* — *Potonieisporites*; *6* — *Nuskoisporites*).

BCU IAȘI / CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY



Planșa LXXXI — Polen din carboniferul superior — permian și triasic:

1—3 — Florinites, polen produs probabil de cordaitale, cu morfologie variată de la tipuri monosacate pînă la tipuri cu tendință de a deveni bisacate; *4 — Parasporites,* polen bisacat primitiv, westfalian D — permian; *5 — Illinites,* polen bisacat din stephanian — permian; *6, 7* — diferite moduri de fixare a sacilor la polenul bisacat (*6* — polen *haploxyloid; 7* — polen *diploxyloid*); *8—13* — polen cu corpul central striat (*8 — Striatites; 9 — Striatoabietites; 10 — Infernopollenites; 11 — Stroterosporites; 12 — Lunatisporites; 13 — Leuckisporites*); *14 — Triadispora,* polen bisacat cu urmă care nu în toate cazurile este triletă.



Planșa LXXXII — Polen din permian și triasic:

1, 2 — polen bisacat cu urmă care nu totdeauna este trileță (*1 — Labiisporites; 2 — Jugasporites*); *3—10* — polen bisacat fără urmă proximală, dar cu șanț distal transversal (*3 — Vesicaspora: a* — vedere polară; *b* — vedere ecuatorială; *4 — Klausipollenites: a* — vedere polară; *b* — vedere ecuatorială; *5 — Falcisporites: a* — vedere polară; *b* — vedere ecuatorială; *6 — Paravesicaspora: a* — vedere polară; *b* — vedere ecuatorială; *7 — Sulcatipollenites: a* — vedere polară; *b* — vedere ecuatorială; *8 — Pityopollenites; 9 — Protodiploxypinus; 10 — Platysaccus.*

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

(paleophytic) și cea mezozoică (mezophytic) este pusă undeva în permian și nu la finele acestuia.

Dintre gimnosperme, care predomină în flora mezozoică, multe grupe au apărut în permianul superior. Acestea sînt: coniferele, cicadofitele, ginkgoalele, pteridospermele s.l. Alte grupe de plante, cum ar fi: pteridofitele, sfenopsidele, licopsidele și ferigile, au jucat un rol mai puțin important decît gimnospermele în timpul permianului și a triasicului inferior. Se remarcă totuși că spre sfîrșitul triasicului, unele ordine ale ferigilor, nesemnificative în toată perioada carboniferă, au devenit un important constituent al florei.

Este dificil de a stipula categoric importanța diferitelor grupe de plante în florele succesive, numai pe baza frecvenței macrofosilelor. Etapele și condițiile prin care au trecut plantele pînă în starea de fosile au favorizat reprezentarea mai mult a unor grupe și mai puțin a altora. De exemplu, plantele ce trăiau într-un mediu în care au existat condiții optime de fosilizare vor avea o probabilitate mai mare de reprezentare, decît acelea din zone cu condiții mai vitrege de fosilizare. De asemenea, plantele cu tulpini și frunze mai robuste sînt mai favorizate în conservare decît cele mai mici și mai perisabile. Interpretarea unei secvențe a florei fosile din intervalul carbonifer — triasic este complicată datorită schimbărilor climatice care au existat în acest timp și datorită efectelor pe care aceste schimbări le-au avut asupra tipului și direcției reprezentării diferitelor grupe de plante. De exemplu, aceste modificări floristice în provincia Euramericană se datoresc modificărilor climatului, care a evoluat de la un climat umed subtropical pînă la un climat relativ arid în permian și triasicul inferior, cu o revenire la condiții mult mai umede la sfîrșitul triasicului. Faza aridă a permianului și a triasicului inferior din emisfera nordică corespunde cu o sărăcire a florei în comparație cu carboniferul superior și cu jurasicul. Este greu de judecat dacă această sărăcire se datorește lipsei condițiilor de fosilizare sau dispariției grupelor paleozoice și înlocuirea lor cu grupe de plante mezozoice.

Determinarea în zăcămînt a plantelor suşă reprezentate prin ansamblurile succesive de spori-polen și macrofosile este evident de primă importanță în înțelegerea sensului ecologic biostratigrafic și evolutiv al plantelor.

3.1.2. GENURILE PRINCIPALE ALE SPORILOR ȘI POLENULUI DIN TRIASIC

Importanța selectării genurilor principale ale sporilor și polenului rezidă atît din aria de răspîndire a acestora în timpul triasicului (pl. LXXXIII), cît și din rolul lor în cercetările stratigrafice (pl. LXXXIV).

3.1.2.1. SPORI TRIRADIAȚI, AZONAȚI

În triasic sînt mulți spori triradiați, netezi și cu contur subtriunghiular, cu marginile interradiale, ce corespund genului *Deltoidospora* Mener (1935) (pl. LXXXIII, fig. 1—3). Mulți autori au tendința de a folosi denumirea de *Leiotriletes* pentru sporii paleozoici sau *Deltoidospora* și *Cyathidites* pentru sporii mezozoici. Este greu de separat în mod precis

aceste trei genuri, dar este stabilit că, cel puțin pentru mezozoic, genul *Deltoidospora* este produs de familiile *Gleicheniaceae, Matoniaceae* și *Cythecaceae.* Unii spori de *Deltoidospora,* cu îngroșări proximale ale semnului triradial, denumit torus, au căpătat alte denumiri, cum ar fi *Concavisporites* Pflug (pl. LXXXIII, fig. 4) sau *Paraconcavisporites* Klaus, care este sinonimul primului. Se pare însă că la *Paraconcavisporites* Klaus există o deplasare asimetrică a celor trei laesure, iar sporii de acest fel se întîlnesc numai în triasic. Sînt determinate, de asemenea, multe categorii generice, sinonime ale genului *Concavisporites* Pflug, care prezintă unele mici caracteristici particulare. Așa, de exemplu, genurile *Auriculinasporites* Nilson, *Toroisporites* Krutzsch, *Dictyophylidites* Kopitova reprezintă sinonime ale genului *Concavisporites* Pflug, avînd unele particularități morfologice neînsemnate. Genul *Annulispora* Jersey, sinonim cu *Deltoidospora,* are o îngroșare inelară distală ce-l definește ca sinonim. Îngroșarea ecuatorială de la unele tipuri îl face pe Playford (1965) să considere tipurile acestea ca cingulate și să le atribuie genului *Distalanulisporites* Klaus, considerîndu-le sinonime genului *Annulispora.* În triasic s-au separat și numeroși spori azonați triradiați, sculptați, denumiți *Conbaculatisporites* Klaus (pl. LXXXIII, fig. 5), cu ornamentație baculată, sau *Verrucosisporites* Smith și Butterworth, cu ornamentație verrucoasă (pl. LXXXIII, fig. 6). În sfîrșit, genurile *Baculatisporites* Thomson și Pflug și *Neoraistickia* Potonié sînt genuri similare, dar cu domeniu mai mare de includere (cuprindere).

3.1.2.2. SPORI TRIRADIAȚI CU O ZONĂ CARACTERISTICĂ ECUATORIALĂ

Pentru acest grup de spori, caracteristic este genul *Kraeuselisporites* Leschik (pl. LXXXIII, fig. 9), triradiat cu ambitus (contur=margine) triunghiular rotunjit, cu o zonă largă ecuatorială. Genul *Heliosporites* Schulz este oarecum similar, dar cu o zonă ecuatorială mai îngustă, cu elemente sculpturale mai lungi, mai tocite și mai curbate decît la genul anterior. Se aseamănă cu sporii actuali de *Selaginella.* Genul *Zebrasporites* Klaus (pl. LXXXIII, fig. 8), caracteristic pentru triasicul superior, prezintă spori triradiați, cu o zonă membranoasă subțire, consolidată cu nervuri distale, ce se extind de-a lungul zonei. Alte genuri, cum sînt *Cornutisporites* Schulz și *Trianchoraesporites* Schulz, cu elemente radiale foarte pronunțate, cu extremități expandate, sînt de asemenea frecvente. Spori cu muri proeminenți, ce ocupă fețele distală și proximală, au fost cuprinși în genul *Duplexisporites* Deak (pl. LXXXIII, fig. 7). Spori similari au fost descriși de Kopitova în triasicul superior din U.R.S.S., sub denumirea de *Azonotriletes,* iar *Naiadita lanceolata* Liverwort (pl. LXXXIII, fig. 9) pare a fi un spor de Bryophytae ce a fost descris din depozitele rhaetiene din Marea Britanie, încă din 1935 de către Harris.

3.1.2.3. SPORI CU UN SACUS, EXINE CAVATE SAU MEZOSPORI

Aceste tipuri de spori triradiați prezintă între straturile exinei o cavitate sau un sacus, care este plin cu aer. La exterior, exina sporilor prezintă diverse ornamentații, ca de exemplu la: *Densoisporites* Weyland

și Krieger, *Lundbladispora* Blame ș.a. Un gen asemănător celor amintite, cu largă răspîndire, este *Aratrisporites* Leschik (pl. LXXXIV, fig. 6), care are o structură cavată sau sacată, cu spini pe suprafața exinei, prezentînd o apertură monoletă. Genuri similare, ca *Saturnisporites* Klaus, *Zonomonoletes* Lüber ș.a., sînt caracteristice pentru triasic.

3.1.2.4. POLENUL SACAT

O parte din genurile de polen monosacat ce apar în triasic provin din permian; de exemplu, *Tsugaepolenites* Pot. și Ven., cu un sacus neregulat, este prezent în triasicul superior, precum și în asociațiile palinologice ale mezozoicului (cretacic). Dintre formele triasice pot fi recunoscute cel puțin trei: *Lueckisporites* Potonié și Klaus, *Taeniaesporites* Leschik (sinonim cu *Lunatisporites* Leschik) (pl. LXXXIV, fig. 1), cu 3—5 muri proximali, ce se extind probabil și în jurasicul bazal și, în sfîrșit, *Striatites* Pant, cu numeroase striațiuni și muri, caracteristice mai mult pentru triasicul mediu (fig. 78).

În privința polenului bisacat se pare că există o legătură între polenul bisacat striat al fructificațiilor de *Glossopteris* și cel puțin două grupe distincte de conifere. Un exemplu de polen bisacat monostriat este *Chordaisporites* Klaus (pl. LXXXIV, fig. 5), caracteristic pentru triasicul inferior pînă în carnian (K o p i t o v a îl consideră ca *Florinites pseudostriatus*). Un alt gen limitat ca interval stratigrafic la triasic este *Ovalipollis* Krutzsch (pl. LXXXIII, fig. 10—12) cu *Unatextisporites* Leschik ca sinonim recent. Acest gen are saci înguști, un corp romboidal cu o apertură proximal-monoletă. Există multe genuri bisacate caracteristice triasicului, dintre care cel mai important gen este *Pityosporites* Seward, ce a fost determinat pe baza mărimii relative a configurației și a gradului de

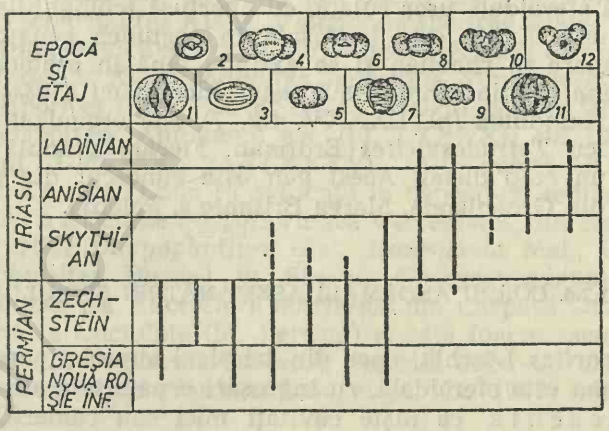


Fig. 78 — Distribuția stratigrafică a polenului bisacat din permian și triasic (după W. K l a u s, 1965).

1 — Paravesicaspora splendens; 2 — Lueckisporites parvus; 3 — Vittatina ovalis; 4 — L. microgranulatus; 5 — Klausipollenites schaubergeri; 6 — Jugasporites perspicuus; 7 — Striatites jacobii; 8 — Taeniaesporites norimundi; 9 — Triadispora staplini; 10 — T. falcata; 11 — Illinites kosankei; 12 — Microcachrydites fastidioides (după W. K l a u s, 1965).

ataşare a sacilor, precum şi pe caracteristicile haplopatice ale deschiderii. Acest gen variază în timpul triasicului. De exemplu, *Alisporites* Daugherty (pl. LXXXIV, fig. 2 şi 4) are sacii mai înguşti decît corpul, măsuraţi paralel cu axa polară. La rîndul lor, genurile *Pteruchipollenites* Couper şi *Abietineaepollenites* Potonié sînt comparabile cu genul *Alisporites*. Un tip de polen bisacat, mic, caracteristic pentru tot triasicul este *Vitreisporites* Leschik (pl. LXXXIV, fig. 3). Mărimea sa (cca 40 μ) îl deosebeşte de celelalte genuri de polen bisacat. Se pare că el provine fie de la caitoniale sau dintr-un grup de pteridosperme (s.l.).

3.1.2.5. POLENUL NONSACAT

Din grupa acestui tip de polen, *Gnetaceaepollenites* Thiergart (pl. LXXXIV, fig. 7 şi 8) este prezent în triasic avînd formă sferoidală alungită, cu exină striată longitudinal. Striaţiunile în formă de zig-zag reprezintă deschideri germinale (colpi), comparabile cu cele ale genului actual *Ephedra*. Un alt gen monosacat este genul monocolpat *Cycadopites* (Wodhouse) Wilson şi Webster (pl. LXXXV, fig. 8). Forma polenului este puţin eliptică, cu exină netedă şi un singur corp distal. Genurile *Monosulcites, Ginkgocycadophytus, Palmidites* şi *Entyllisa* pot fi considerate sinonime. Un gen similar cu *Cycadopites*, cu uşoare deosebiri în sculptură, este *Decussatisporites* Leschik (pl. LXXXV, fig. 1—3). Genul *Lagenella* (Maliavkina) Klaus este un sinonim recent, de formă eliptică, cu exină fin striată, cu muri aliniaţi transversal pe axa lungă. Genul *Decussatisporites* este limitat la triasicul superior. Genul *Eucommiidites* Erdtman este comparabil cu *Cycadopites*, cu un colpus mare, dar şi cu alte două aperturi colpoide. Acest gen este prezent în triasicul mediu din U.R.S.S. Genul *Classopollis* Pflug (pl. LXXXV, fig. 4—6) are o organizare distinctă prin forma sa sferoidală uşor rulată, cu apertură triunghiulară sau triradiată, proximală. Exina este îngroşată în regiunea ecuatorială. Genul *Classopollis* apare în rhaetian şi se extinde pînă în cretacicul superior. Genul *Corollina* (Maliavkina) Klaus este sinonim cu *Classopollis*. Genul *Ricciisporites* Lundblad (pl. LXXXV, fig. 7) este organizat în tetradă şi este sinonim cu *Tetradosulcites* Erdtman. Fiecare granulă (=celulă) a tetradei are un colp distal. Acest gen este cunoscut din rhaetianul şi liasicul bazal din Groenlanda, Marea Britanie şi Polonia.

3.1.2.6. CORPII ANORMALI ASEMĂNĂTORI SPORILOR

Camerosporites Leschik, spor din triasicul superior, are o structură distinctă. Forma este sferoidală, cu îngroşări ecuatoriale ale exinei considerate de Leschik ca nişte cavităţi mici sau camere, de unde şi numele acestor spori. *Brodispora* Clarke este un gen din triasicul superior, cu un corp sferoidal şi striaţiuni concentrice, ce se centrează pe cei doi poli ai sporului.

Spori similari au mai fost descrişi în triasic sub denumirea de *Circulisporites* de Jersey şi *Chomatriletes* Naumova.

În sfîrșit, *Rhaetipollis* Schulz este un ultim exemplu din corpii anormali atașați sporilor, alcătuit din două emisfere simetrice, fiecare cu un ornament concentric.

3.1.2.7. MEGASPORII

Această categorie nu este prea abundentă în triasic, totuși pot fi citate cîteva exemple.

Banksisporites Dettman este un megaspor neted sau poate fi granular, echivalent mezosporilor. *Nathorstisporites* Jung (pl. LXXXV, fig. 10) este un megaspor de *licopside*, caracterizat printr-o exină sculptată, frecvent în rhaetian și jurasicul inferior, dar semnalat și în triasicul inferior din Australia.

În triasic, în provincia euramericană se instaurează o nouă lume vegetală, comparativ cu cea existentă din paleozoic. Vegetația din triasic era adaptată unui climat mai arid și astfel în asociația triasicului inferior se mai întîlnesc elemente permiene (pl. LXXXVI; pl. LXXXVII), pentru ca în asociațiile din triasicul mediu și superior să domine grupele Disaccites Cookson, Monosaccites (Chit) Pot. et Kl. Triletesacciti Leschik și Striatiti Pant (pl. LXXXVIII; pl. LXXXIX; pl. LXXXX).

3.1.2.8. ASOCIAȚII DE SPORI-POLEN ÎN FORMAȚIUNILE TRIASICE DIN ROMÂNIA

În țara noastră, microflora triasică este cunoscută din Carpații Orientali, Munții Apuseni, Depresiunea Predobrogeană și Platforma Moesică.

În Carpații Orientali, pe valea pîrîului Cristian (Brașov), a fost pusă în evidență o microfloră anisiană (Antonescu, 1970) din calcarele bituminoase de Guttenstein, alcătuită din specii ale genurilor *Alisporites* Daugerty, *Microcahriydites* Klaus, *Voltziaceaesporites* Klaus, *Chordaisporites* Klaus, *Angustisulcites* Freud, *Triadispora* Klaus, *Illinites* Kosanke, *Falcisporites* Leschik, *Klausipollenites* Jansonius, *Striatoabietites* (Sedova) Hart, *Punctatisporites* (Ibr.) Pot. et Kr., *Verrucosisporites* (Ibr.) Smith et al., *Concentricisporites* Antonescu ș.a. (pl. LXXXXI; pl. LXXXXII; pl. LXXXXIII; pl. LXXXIV; pl. LXXXV). Alți autori (Oniceanu, Olaru, Erhan, 1977) pun în evidență în depozitele sedimentare de la Corbu (Tulgheș) o asociație microfloristică werfeniană, din care nu lipsesc specii ale genurilor *Dictyophyllum* Mal., *Hausmania* Mal., *Vittatina* Samoil, *Dictyophyllites* Bharad et Singh., *Ginkgocycadophytes* Samoil, *Cyathidites* Couper ș.a. Microflora eotriasică din Carpații Orientali a mai fost identificată la Cuciulata (M. Perșani) și este foarte asemănătoare cu cea werfeniană din Platforma Moesică, descrisă dintr-un orizont terigen cenușiu, întîlnit în foraje (Venkatachala, Beju, Kar 1962) (pl. LXXXXVI; pl. LXXXXVII).

Mezotriasicul în Platforma Moesică este reprezentat de microflore anisiene și ladiniene, recoltate dintr-un complex de calcare și dolomite cu intercalații de argile, anhidrite și sare. Asociația microfloristică anisiană este asemănătoare cu cea de la Cristian, iar cea ladiniană, în afară de o parte din genurile menționate anterior, conține reprezentanții genului *Ovalipollis* (Krutzsch) Klaus.

Neotriasicul a fost de asemenea pus în evidenţă în Platforma Moesică (D. Beju, 1965), apoi în stratele de Nalbant din Dobrogea (S. Luţă, 1971) şi Depresiunea Predobrogeană (D. Beju, 1971).

În Munţii Apuseni, la Bucea (M. Pădurea Craiului), Antonescu (1970) pune în evidenţă o asociaţie microfloristică din triasic inferior — seisian, în depozitele detritice cuarţoase, argiloase, roşii. În această asociaţie predomină genul *Triadispora* Klaus, alături de care se menţionează participarea genurilor: *Taeniaesporites* Jansonius, *Voltziaceaesporites* Kl. ş.a. Tot la Bucea, A. Visarion, în aceleaşi depozite, pune în evidenţă o asociaţie palinologică cu *Vittatina* cf. *saccifer, Cycadopites harti, Apiculatisporites pilosus* ş.a., care ar indica vîrsta permo-triasic.

În sfîrşit, o corelare palinologică a triasicului din România (Antonescu, Patrulius, Popescu, 1976) reprezintă o sinteză a tot ce se cunoaşte pînă în prezent în ţara noastră privind palinologia depozitelor din triasic inferior şi anisian. În acest sens, s-au pus în evidenţă trei asociaţii palinologice în Carpaţii Româneşti, pe baza cărora s-au putut face o serie de corelări foarte utile. Aceste asociaţii sînt:

1. Asociaţia cu *Densoisporites neujburgii* — din calcarele, în plăci cu tirolidite din M. Perşani;
2. Asociaţia cu *Triadispora sp.* — în şisturile argiloase de sub calcarele de Guttenstein, de la Vulcan; în calcarele dolomitice mezotriasice de la Veneţia; în calcarele de la Marginea Domnească (Leaota), precum şi în succesiunea greso-cuarţitică cu intercalaţii argiloase roşii de la Bucea (M. Pădurea Craiului);
3. Asociaţia cu *Triadispora sp., Aratrisporites, Illinites, Cristianisporites triangulatus* şi grupa Latossaccus—Umbrososaccus din calcarele de Guttenstein (pl. LXXXXVIII; pl. LXXXXIX; pl. C; pl. CI).

3.2. JURASICUL ŞI CRETACICUL INFERIOR

3.2.1. COMPOZIŢIA GENERALĂ A FLOREI DIN JURASIC ŞI CRETACIC INFERIOR

Flora din jurasic şi cretacic inferior este unitară, cu unele specii jurasice, care se continuă şi în cretacicul inferior. O limită netă nu se poate trasa din acest punct de vedere şi de aceea este normal ca aceste două diviziuni stratigrafice să se trateze împreună.

Flora tipică pentru acest interval de timp este caracterizată de prezenţa în număr mare a pteridofitelor, mai importante decît în flora de astăzi. Ele constituie şi un principal element de orizontare stratigrafică, neţinîndu-se cont de facies.

În al doilea rînd, gimnospermele cu polen bisacat au jucat un rol important în flora din jurasic şi cretacic inferior. Alături de acestea sînt şi gimnospermele, care produceau polen, nonsacat, de mai mică importanţă.

În sfîrşit, biofitele întregesc imaginea lumii vegetale din această perioadă geologică, reprezentînd sursa unei mari cantităţi de spori.

Zona cea mai bine studiată de pe glob, care a devenit clasică pentru această perioadă, este Europa. Se întîlnesc diferite faciesuri, marine și nemarine, pe baza cărora s-a refăcut imaginea florei din jurasic și cretacic inferior. Liasicul inferior din Polonia și Suedia se caracterizează prin asociația cu *Osmudacidites*, apariția eucommiidelor și prezența genului *Classopollis*, care este abundent în tot jurasicul. Aceste asociații nu se deosebesc prea mult de cele triasice, terminale (rhaetian), cu toate că *Ovalipollis* și alte specii triasice au dispărut.

Sinemurianul și toarcianul sînt mai puțin cunoscute în flora europeană, datorită efectului transgresiunii marine larg răspîndite. În Anglia și Franța se întîlnește polen de gimnosperme bisacate destul de des.

Flora din bajocian și bathonian, bine cunoscută în Anglia, este cea mai caracteristică pentru mezozoic; în cadrul acestor formațiuni se găsesc resturi de macrofosile și microfosile de gimnosperme (Bennettitales, *Tsugaepollenites*, *Araucariacites)* și pteridofite *(Lycopodiumsporites).*

Flora din intervalul callovian—tithonic continuă să fie dominată de *Tsugaepollenites* și *Araucariacites* și în plus se observă o mică varietate de polen bisacat. Alături de acestea, se întîlnesc reprezentanți de pteridofite ca: *Cicatricosisporites* și *Contignisporites*, caracteristici pentru kimmeridgianul englez.

În cretacicul inferior se înregistrează unele schimbări în participarea sporilor de ferigi. *Cicatricosisporites* capătă un caracter universal, iar *Trilobosporites* și *Pilosisporites* sînt ca participare în continuă scădere. *Schizosporis* are o apariție frecventă în cretacicul inferior, iar pentru berriasian caracteristică este prezența speciilor echinate de *Classopollis*. Acest gen își pierde însă din importanță ca și *Tsugaepollenites*. În același timp, se diversifică polenul bisacat, caracteristic fiind genul *Parvisaccites*.

Pentru apțian-albian o importanță considerabilă o au gleicheniiditele. Se observă o scădere a genurilor *Cicatricosisporites*, *Plicates* etc. Apar granule de *Ephedripites*, iar polenul bisacat devine mai comun (asemănător pinului și cedrului actual). În general, se observă că pentru întreaga perioadă cicadofitele sînt comune latitudinilor mai joase, iar coniferele latitudinilor mai înalte, nordice. Din zonele ecuatoriale sînt puține informații. Pentru sfîrșitul jurasicului și începutul cretacicului, coniferele polisacate reprezintă o caracteristică pentru emisfera sudică.

3.2.2. GENURILE PRINCIPALE DE SPORI ȘI POLEN DIN JURASIC ȘI CRETACIC INFERIOR

3.2.2.1. SPORII

Sporii din grupa Azonotriletes (Infraturma Laevigati) sînt spori de ferigi denumiți *Cyathidites* (Couper, 1953) și prezintă un corp triunghiular, concav și cu laesură (urmă=apertură) lungă și simplă (pl. CII, fig. 1 și 2). Acești spori diferă de specia *Deltoidospora triasica*, atît din punct de vedere morfologic cît și structural. Ciathiditelor li se asociază o serie de specii de ferigi, ca: *Todites williamsoni* (Osmundaceae), care parcurg tot jurasicul, ajungînd în cretacicul inferior să fie prezente prin *Cyathidites punctatus* (pl. CII, fig. 3, 4), cu exină ondulată (cutată) și mar-

gini pronunțate. Dictiofiliditele cu specia *Dictyophyllum harrissi* (pl. CII, fig. 8—9) și genul *Biretisporites* (pl. CII, fig. 5—7) (foto XVI, 3) s-au găsit în jurasic și sînt înrudite cu ferigile *Dipteris* și *Cheiropleura* (actual). Aceste specii prezintă laesuri cu marginile îngroșate. Reprezentanții neocalamitelor din jurasic sînt prezenți prin *Calamospora mesozoica* Couper, greu de identificat din cauza laesurei ascunse printre cutele exinei, iar sporii de Equisetitae sînt și mai greu de identificat din cauza dimensiunilor foarte mici. Sporii mici ai genului *Stereisporites* Pflug, 1953, reprezentanți ai briofitelor (Sphagnaceae actuale), sînt prezenți în jurasic și în cretacicul inferior, avînd o îngroșare distală, caracteristică, și o laesură triletă.

O altă categorie de spori azonotrileți o constituie cei din Infraturma Apiculati. Sculptura apiculată caracteristică, cu o formă de bază echidimensională, se întîlnește la *Osmudacidites* Couper 1953, specia *Osmudacidites wellmanii* (pl. CII, fig. 10, 11) și la alte genuri din bajocian (*Osmundopsis* și *Todites*). *Liptolepidites verrucatus* (pl. CII, fig. 25, 26) are o sculptură verrucată, cu semnul tetradei plasat distal, iar *Concavissimisporites* (Delcourt și Sprument, 1955) prezintă forme triunghiular-concave, acoperite uniform cu verrucae. În cretacicul inferior se întîlnesc spori de tip *Pilosisporites* (P. *trichopapillosus* Thierg) (pl. CII, fig. 15—17). Numeroși spori de tip *Lygodium, Lycopodium* sau *Selaginella,* cu sculpturi spinoase și forme clavate etc. apar în această perioadă, o parte din ei fiind reprezentați în planșa CII.

Sporii azonotrileți cu sculptură continuă de tip rugulae sau muri, de diferite forme sau poziții, figurați în planșele CII și CIII, aparțin genurilor *Cicatricosisporites* (foto XIII) și *Lycopodiacidites.* Între acestea, *Kuylisporites waterbolki* (pl. CII, fig. 22) se aseamănă cu reprezentanții actuali de Cyatheaceae. *Cyclosporites hughesi* (pl. CII, fig. 13—14), cu muri în creste, *Klukisporites variegatus* (pl. CII, fig. 23), precum și specii ale genului *Dictyotriletes* (Naum) Pot. și Kremp (pl. CII, fig. 24) sînt caracteristici pentru jurasicul superior și cretacicul inferior. În cretacicul inferior, spori de *Cicatricosisporites,* de tip murornat (pl. CIII, fig. 1—2), apar în Europa, iar în jurasicul superior în Olanda și sudul Angliei. Alături de aceștia, sporii foveolați aparținînd genului *Foveosporites* (pl. CIV, fig. 3), *Staplinisporites, Duplexisporites, Corrugatisporites* ș.a. întregesc tabloul sporilor azonați din jurasicul superior și cretacicul inferior din Europa.

Sporii zonați sînt spori trileți, acavați, grupați în infraturmele Auriculati, Tricrassati și Cingulati.

Sporii zonotrileți, cu îngroșări radiale (Infraturma Auriculati), sînt netezi (pl. CII, fig. 12) și aparțin genurilor *Matonisporites* și *Trilobosporites* (pl. CIII, fig. 10—12). Alții au muri ecuatoriali și distali, paraleli, cu apendici scurți și radiali, dispuși ecuatorial și au fost atribuiți genului *Appendicisporites* (pl. CIII, fig. 7, 8 și 13) (foto XIV), fiind caracteristici pentru cretacicul inferior. Sporii zonotrileți, cu îngroșări interradiale (Infraturma Tricrassati), aparțin genului *Gleicheniidites,* cu exină netedă și creste interradiale (pl. CIII, fig. 14, 15) și genurilor *Sestrosporites* și *Coronatispora* (pl. CII, fig. 20 și 21).

Sporii zonotrileți, cu îngroșări ecuatoriale (Infraturma Cingulati), sînt mai puțin răspîndiți în mezozoic. Citățm genurile: *Cingulatisporites, Tau-*

ricusporites, Murospora (pl. CIII, fig. 19 și 20), mai frecvente în Europa, alături de *Contignitisporites glebulentus,* cu muri ce se întrepătrund și cingulum, la fiecare tetradă fiind două corpuri pentru fiecare tip de simetrie (pl. CIII, fig. 16—18).

Sporii trileți cavați sînt reprezentați de speciile genurilor *Perotriletes* și *Crybelosporites* (pl. CIV, fig. 5—6), alături de *Perinotriletes* și *Densoisporites.* Dintre sporii monoleți, genul *Marattisporites,* frumos sculptat (pl. CII, fig. 18, 19), este singurul mai frecvent în jurasic și în cretacic inferior. Sporii hilați, cu două membrane, prezintă un hilum polar distal. De exemplu, genurile *Aequitriradites* (pl. CV, fig. 6—10), apoi *Couperisporites,* cu verruce distale, și *Cooksonites* (pl. CIV, fig. 4), cingulat, sînt mai răspîndiți în cretacicul inferior decît în jurasic.

3.2.2.2. POLENUL

Polenul monosacat aparține gimnospermelor de tip *Tsuga,* este caracteristic și prezintă pe marginea corpului o membrană specifică, ce alcătuiește un sacus; semnificative sînt speciile genului *Tsugaepollenites* (pl. CIV, fig. 25—29), alături de care apare și *Cerebropollenites* (pl. CIV, fig. 24) în tot jurasicul și cretacicul inferior.

Polenul bisacat este foarte abundent și dominant în această perioadă geologică. Nu s-a pus la punct însă un criteriu unanim de separare a genurilor și speciilor. S-a constatat totuși că genul *Pityosporites* (Seward) cu speciile sale este cel mai răspîndit. Cîteva tipuri clare sînt cuprinse în genurile *Alisporites* (Daugherty) (pl. CV, fig. 13—15) și *Podocarpidites* (Cookson ex. Couper) (pl. CV, fig. 16, 17). Alături de acestea apar forme trisacate, ca de exemplu *Microcachyridites* (Cookson ex. Couper). Interesante în jurasic sînt genurile *Abietinaepollenites* (Couper) de cca. 100 microni și *Parvisaccites enigmatus* (Couper), indicînd o mare varietate a acestui tip de polen în jurasic și în cretacicul inferior. În cretacicul inferior, *Parvisaccites radiatus* devine foarte important (pl. CV, fig. 11—12), alături de *Pteruchipollenites* (Couper), *Vitreisporites* (Leschik) (pl. CV, fig. 18, 19) și *Caytonanthus.*

Polenul monocolpat este aproape nesculptat, provenind în parte de la Ginkgoales și avînd un singur colp (șanț), prezentînd fenomenul de sincolpatism. Granulele de polen ce provin de la Cycadales, au colpii mai scurți. Polenul se întîlnește sub denumirea de *Ginkgocycadophytus* (Sam.) sau *Monosulcites* (Cook. ex. Couper) și este caracteristic pentru cretacicul inferior. Interesant este polenul de *Gnetaceaepollenites, Eucomiidites* (Erdtman emend. Hughes) din Suedia (pl. CIV, fig. 7—12) și *Clavatipollenites* (Couper) (pl. CIV, fig. 19—22), ultimul din barremianul superior.

Polenul porat, din jurasic și din cretacicul inferior, aparține genului *Classopollis,* ce apare și prin forme echinate (pl. CIV, fig. 13—16), și genului *Perinopollenites* (Couper) (pl. CIV, fig. 23), ce aparține taxodiaceelor.

În categoria polenului monoporat, genul *Araucariacites* (Cookson ex. Couper), cu pereții subțiri, cu granule scabrate, mari (pl. CIV, fig. 30, 31), este caracteristic pentru jurasicul inferior și mediu, alături de spori mai mici aparținînd genului *Spheripollenites* (Couper).

3.2.2.3. MEGASPORII

Megasporii încheie lista numeroasă a microflorei din jurasic și cretacic inferior. Ei sînt sistematizați în cîteva grupe.

Megasporii zonați, cu o zonă îngustă, distinctă, cuprind speciile genului *Minerisporites* (Potonié) (pl. CV, fig. 4) din jurasicul mediu, asemănători cu sporii zonați de *Selaginella*.

Megasporii barbați, caracterizați printr-o ornamentație formată din țepi și peri așezați pe marginile laesurei, aparținînd genului *Thomsonia* (Mädler) din jurasic și cretacicul inferior (pl. CV, fig. 5), sînt asemănători sporilor plantei acvatice *Azolla* (Salviniaceae).

Megasporii pirobotrileți, mai mici, cu structură și apendici lungi, cu marginile ridicate laesurate exoexinal, aparțin genului *Pyrobolospora* (Hughes) (pl. CV, fig. 1, 2). Mulți megaspori prezenți în sedimentele din jurasic și cretacic inferior, de mărimi între 200—400 microni, fac parte dintre plantele acvatice ale căror organe (sporangi) nu s-au fosilizat.

3.2.2.4. ASOCIAȚII DE SPORI-POLEN ÎN JURASICUL ȘI CRETACICUL INFERIOR DIN ROMÂNIA

În țara noastră, studiile palinologice ale depozitelor jurasice se referă la depozitele limnice-paralice cu cărbuni ale liasicului din Banat, de la Cioclovina și din împrejurimile Brașovului, bogate în macroflorâ. S e m a k a, pe baza macroflorei, reușește să separe o serie de florizone caracteristice rhaeto-liasicului din domeniul danubian (Banat) (fig. 79). Asupra acestor zone sînt unele rapoarte nepublicate. Jurasicul a fost studiat palinologic, mai sistematic, prin numeroase sonde săpate în vorlandul Carpaților, unde între toarcian și tithonic s-au separat cinci cenozone de spori și polen (B a l t e ș, B e j u, 1963). Jurasicul din țara noastră se caracterizează prin reapariția sporilor trileți de criptogame, la care se asociază polen de Ginkgoaceae și Conifereae. În general, asociațiile palinologice sînt monotone. Începînd cu doggerul și în malm, apariția dinoflagelatelor și a acritarchilor reprezintă un mijloc de datare și orizontare stratigrafică (B e j u), 1971). Pe baza acestor studii s-a realizat o corelare între formațiunile la zi și cele forate din Platforma Moesică, Banat și împrejurimile Brașovului. În ceea ce privește cretacicul inferior, studiile palinologice din țara noastră sînt mai numeroase și mai complete. Se constată și pentru teritoriul țării noastre că microflora din cretacicul inferior reprezintă un amestec de microfloră jurasică și neocomiană. Tipurile continentale jurasice cu pondere mare ca ginkgoalele, bennettitalele, cicadalele, coniferalele și caitonialele scad ca pondere în apțian și albian și se reduc în cenomanian. Microflora marină este bogată și a fost utilizată pentru orizontări stratigrafice.

În flișul Carpaților Orientali, din stratele de Sinaia s-a extras o microfloră săracă, cu conținut de polen de gimnosperme din jurasic și cretacic inferior, alături de microfitoplancton. Se citează o asociație cu *Classopollis, Appendicisporites, Caytonipollenites, Pilosisporites*, alături de o microfloră marină cu *Ctenodinium* și *Dingodinium* (B a l t e ș, 1971).

În zona Munţilor Perşani, la nivelul cretacicului inferior, s-au putut separa, pe baza asociaţiilor palinologice, segmentele berriasian-valanginiene şi valanginian-hauteriviene (pl. CVI, fig. 1—27).

În zona flişului, în stratele de Palanca s-au separat asociaţii palinologice distincte, una pentru albian, alcătuită din specii marine şi continentale, şi alta pentru albianul superior-vraconian, alcătuită din specii marine.

În zona şisturilor negre, în complexul şistuos inferior, s-a separat o asociaţie cu elemente continentale şi marine localizată în intervalul hauterivian-apţian inferior, iar în complexul median cu silicolite s-a determinat o asociaţie de microfitoplancton cu *Carpodinium granulatum, Pterodinium cornutum, Pterospermosis aptiensis* etc., de vîrstă apţian-albian inferior.

În Platforma Moesică, studiile palinologice sînt mai numeroase (B a l t e ş, 1971). Berriasianul are un conţinut palinologic bogat, cu dinoflagelate din jurasic superior, ca *Gonyaulacysta cladophora, Ctenodinium ornatum* ş.a., cu specii din neocomian inferior, ca *Apteodinium granulatum, Oligosphaeridium asterigerum* etc. Neocomianul (s. l.) are un conţinut bogat în microfloră, prin care s-au determinat asociaţii pentru valanginian, hauterivian şi barremian inferior. În apţian multe asociaţii continen-

FLORIZONE		ASOCIAŢII FLORISTICE CARACTERISTICE DOMENIULUI DANUBIAN
DOGGER		*Ginkgo parvifolia*
ε+δ	*Nellostrobus ?! (SEMAKA 1958)*	
γ+δ	*Carpolithes liasinus?! (SEMAKA 1965)*	*Equisetites sp. şi alte sp.* *Coniopteris hymenophylloides* *Carpolithes liasinus* *Carpolithes div. sp.*
β	*Nilssonia orientalis (SEMAKA 1965)*	*Eboracia lobifolia* *Phlebopteris polypodioides* *Phlebopteris div. sp.* *Todites denticulata* *Cladophlebis nebbensis* *Cladophlebis rumana* *Cladophlebis ingens* *Neocalamites carcinoides* *Sphenopteris obtusifolia* *Pterophyllum jaegeri* *Pterophyllum longifolium* *Otozamites şi Zamites div. sp.* *Otozamites ex gr. schmiedelei* *Nilssonia orientalis* *Stachyotaxus lippoldi*
α	*Thaumatopteris (NATHORST 1910)*	*Phlebopteris braunii* *Phlebopteris muensteri* *Clathropteris meniscoides* *Thaumatopteris brauniana* *Equisetites arenaceus* *Sphenopteris obtusifolia* *Baiera şi Ginkgoites div. sp.* *Stachyotaxus elegans*
rh	*Lepidopteris (NATHORST 1910)*	*Equisetites muensteri* *Podozamites mucronatus* *Baiera sp.* *Czekanowskia nathorsti* *Stachyotaxus elegans* *Leptostrobus laxiflora*
	PERM	Varia

Fig. 79 — Asociaţiile floristice şi florizonele stabilite în formaţiunile liasice din Autohtonul danubian (după A l. S e m a k a, 1970).

tale pot fi corelate cu asociații similare din Europa de vest. Albianul are un conținut bogat în microfloră marină, din care unele elemente floristice au fost întîlnite și în stratele de Palanca din Carpații Orientali. Exemplu: *Cyclonephellium distinctum, Apteodinium granulatum, Gonyaulacysta cassidata* ș.a. (foto VIII).

În Platforma Moldovenească (B a l t e ș, 1971) s-au efectuat cercetări palinologice sistematice din foraje și din aflorimentele de pe malul Prutului. Neocomianul a fost interceptat în Depresiunea Bîrladului, fiind bogat în dinoflagelate, cu *Dingodinium cerviculum* și *Wetzeliella neocomica*. Apțianul are o răspîndire continuă și conține o asociație palinologică ce reprezintă wealdianul terminal. Albianul, cu o asociație de dinoflagelate, încheie succesiunea cretacicului inferior din Platforma Moldovenească.

În general, cercetările palinologice asupra jurasicului și cretacicului inferior din țara noastră s-au efectuat în legătură cu prospecțiunile zăcămintelor de hidrocarburi. Mai recent, aceste studii s-au înmulțit, iar pe baza lor s-au putut trage unele concluzii stratigrafice și de corelare importante.

3.3. CRETACICUL SUPERIOR

3.3.1. COMPOZIȚIA GENERALĂ A FLOREI DIN CRETACICUL SUPERIOR

Începînd cu cenomanianul se trece într-o nouă etapă a dezvoltării florei mezozoice, prin apariția unui grup foarte important de plante, angiospermele. De fapt, pe baze palinologice, apariția angiospermelor este semnalată mai devreme, iar limita între cretacicul inferior și superior ar putea fi pusă între apțian și albian (S e w a r d, 1931). O abundență mare în tipuri de angiosperme se constată încă din cenomanian și atunci, cel puțin pentru Europa, în raport cu evoluția plantelor, cretacicul superior se consideră că începe cu cenomanianul. Reconstituind flora din cenomanian de pe glob, pe baza a numeroase puncte studiate și răspîndite pe o rază mare (Groenlanda, Europa de vest, Cehoslovacia, Siberia, Japonia, China, S.U.A.), s-a constatat că în cenomanian apar 50 de familii de plante cu flori. De asemenea, apar elemente moderne privind evoluția plantelor existente din cretacicul inferior. În cretacicul superior, temperatura aerului era ridicată, se dezvoltau tipuri de plante de pădure umedă și caldă, mai puțin tropicală. Pe fondul acestui climat, în cenomanian, flora era reprezentată de ferigi, în scădere evolutivă, cicadale, la fel de puține, coniferale, încă destul de multe, și angiosperme în permanentă evoluție, acestea din urmă apărînd în mare număr în mai multe puncte pe glob (S.U.A., Canada, Groenlanda, Portugalia, Cehoslovacia, România, U.R.S.S., China, Australia), ceea ce confirmă originea lor polifiletică.

În turonian se continuă aceeași evoluție ascendentă a angiospermelor, dar în floră nu se mai produc modificările mari de la începutul cenomanianului. Ferigile, cicadalele și coniferele sînt în permanent regres. În turonian se observă evoluția incipientă a angiospermelor dicotiledonate. La nivelul turonianului se poate face o corelare între asociațiile

microfloristice din America de Nord și Eurasia, dar acestea nu mai pot fi corelate la sud de geosinclinalul Tethys. Începînd din turonian, în microflora europeană domină reprezentanții florei cu *Normapolles*, de origine central-europeană și nord-atlantică. Flora turoniană poate fi caracterizată prin două elemente principale:

— dominarea pentru prima dată a angiospermelor asupra pteridofitelor și gimnospermelor;

— preponderența polenului de angiosperme cu morfologie de tip nonprolat de tip *Brevaxones* (dicotiledonate), ce formează în mare parte grupul *Normapolles*.

Flora senoniană se caracterizează printr-o continuă diversificare și migrare a angiospermelor. Apare pentru prima dată genul *Nothofagus* (fagul sudic) și *Proteacidites* în continentele sudice.

Monocotiledonatele ajung acum la apogeu; în special palmierii (Palmae).

Grupul *Normapolles* ajunge să domine microflora, dar odată cu sfîrșitul cretacicului ponderea acestui grup începe să scadă. Numeroase familii de angiosperme sînt acum bine reprezentate: Santalaceae, Magnoliaceae, Olacaceae, Araliaceae, Anacardiaceae, Hammamelidaceae etc. Cicadalele sînt din ce în ce mai slab reprezentate în floră, ca și coniferele. Dintre conifere, podocarpaceele, araucariaceele se întîlnesc destul de frecvent.

În maastrichtian, la sfîrșitul senonianului și începutul paleocenului se produce o importantă schimbare floristică. Angiospermele (polenul) de tip *Normapolles* și monocotiledonatele cu tentă cretacică încep să fie înlocuite prin tipuri de angiosperme din regiunea siberiano-canadiană. Astfel, în paleocen, flora are deja un caracter temperat, în care elementele de tip arcto-terțiar sînt dominate de *Populus, Platanus, Metasequoia, Betula, Corylus*, etc. Dintre gimnosperme, *Ginkgo, Pinus, Taxodium*, în număr mai restrîns, sînt asociate cu tipuri de angiosperme. Ferigile sînt și mai puțin reprezentate, ca și polenul de *Ephedripites* (Gnetales) (pl. CIV, fig. 18).

În cretacicul superior se observă o dezvoltare și a microflorei marine (alge dasicladacee, dinoficee).

3.3.2. GENURI PRINCIPALE DE SPORI ȘI POLEN DIN CRETACICUL SUPERIOR

Microflora cretacicului superior reflectă fidel evoluția macroflorei. În figura 80 se poate observa comparativ evoluția florei în cele două emisfere în timpul cretacicului.

Cretacicul superior reprezintă o etapă importantă în evoluția microflorei. În **cenomanianul** din R. D. Germană, pteridofitele, în special ferigile, sînt bine reprezentate prin spori trileți și monoleți (pl. CVII, fig. 1—23). Între aceștia, genurile *Trilobosporites* și *Pilosisporites*, precum și alte forme bizare de Schizeaceae, prezente acum, își continuă evoluția din cretacicul inferior. Filicalele sînt reprezentate prin spori de *Polypodiaceae, Osmundaceae, Schizeaceae, Gleicheniaceae, Matoniaceae, Cyathaceae* și *Hymenophyllaceae*.

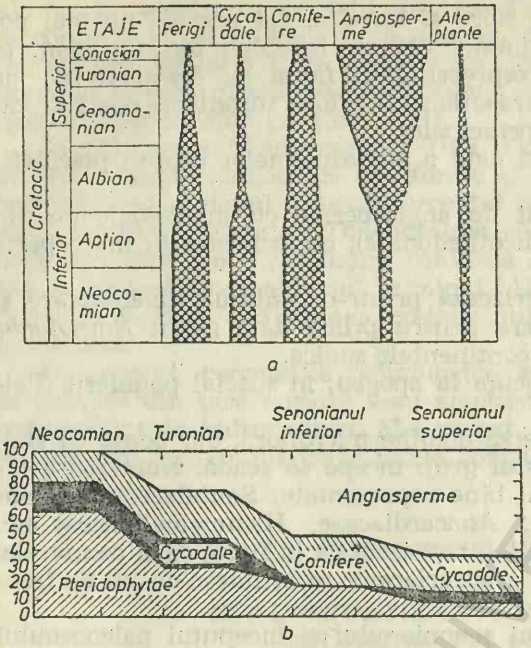


Fig. 80 — Modificările relative ale grupelor dominante de plante:
a — în emisfera nordică; *b* — în emisfera sudică.

Polenul sacat (bisacat și monosacat), cît și polenul nonsacat de conifere sînt prezente. Menționăm prezența polenului de *Pinaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae* și *Podocarpaceae.*

Polenul monosulcat de *Benettitales, Ginkgoales* și *Cycadales* este de asemenea prezent. Polenul de tip *Classopolis,* mai slab reprezentat în cretacicul inferior, acum este mai abundent.

Polenul tricolpat de angiosperme apare pentru prima dată în albian, la care se asociază polenul triporat și sincolpat. Aceste tipuri de polen provin de la familiile *Magnoliaceae, Hamammelidaceae, Aquifoliaceae, Myrtaceae, Menispermaceae, Fagaceae* și *Platanaceae.*

Megasporii nu sînt importanți în cenomanian.

În **turonian,** esențialul în floră îl reprezintă apariția grupului de polen *Normapolles* Pflug cu genul cel mai reprezentativ *Turonipollis* (pl. CIX; pl. CX). Grupul *Normapolles* cuprinde și alte genuri din care citățm: *Monstruosipollis* Krutzsch, *Extratiporopollenites* Pflug, precum și alte genuri prevăzute cu protuberanțe, vestibule și pori (pl. CVII, fig. 23).

Grupul *Normapolles* (P f l u g, 1953) ar deriva, prin intermediul genului *Diplosporis,* din sporii pteridofitelor, la care urma (marca) triletă „Y", în poziție distală, este interpretată ca o structură germinală proangiospermică. Dar această părere la ora actuală nu este unanim acceptată. Într-o altă idee se consideră că tipurile de polen din grupul *Normapolles* provin de la primele angiosperme dicotiledonate.

Angiospermele, ca *Myricales, Juglandales, Fagales, Urticales, Salicales* și *Ebenales,* își au originea sau derivă din grupul *Normapolles.*

Grupul *Normapolles* a fost comparat și cu polenul plantelor de tip mangrove. Variațiile climatice ulterioare și migrația floristică din alte regiuni au dus treptat la o scădere a numărului și spațiului de răspîndire a grupului *Normapolles.* Oricum, în turonian, acest grup de polen a dominat asociațiile microfloristice, fiindu-i subordonat polenul de gimnosperme și pteridofite.

Senonianul se caracterizează prin prezența dominantă a polenului de angiosperme de tip *Normapolles.* Unele genuri, ca *Trudopollis, Sporopollis,* își continuă evoluția încă din turonian, altele, ca *Emscheripollis, Quendliburgipollis, Interporopollis,* apar acum pentru prima oară. Europa

centrală și vestică se caracterizează în santonian și campanian prin dominarea speciilor ce aparțin genurilor *Trudopollis* și *Extratriporopollenites*, iar pentru senonianul din Europa centrală (Cehoslovacia) sînt caracteristice genurile *Palmaepollenites* și *Monoporopollenites* (pl. CVIII).

În arealul canadiano-siberian apare un gen nou cu morfologie caracteristică, *Aquilapollenites* Rouse (pl. CVIII, fig. 5—8), care este considerat un reprezentant al familiei Santalaceae. Alte genuri noi care apar acum au fost: *Proteacidites* Cookson și Pike, *Taurocephalus* Simpson, *Pentapollenites* Pflug.

Ulterior, genul *Aquilapollenites* Rouse va migra în Europa, unde a fost întîlnit în mai multe regiuni.

Polenul de gimnosperme și sporii de pteridofite sînt total subordonați angiospermelor.

Senonianul, respectiv campanian-maastrichtian, se caracterizează prin maxima evoluție a grupului *Normapolles*, cu noi genuri și specii, ca: *Trudopollis*, *Vacupollis* și *Oculopollis* (foto XV, 3).

În această epocă se constată o abundență în polen de palmieri și în spori de ferigi. În timpul trecerii de la cretacic la paleocen, în evoluția florelor se produc schimbări importante ce se reflectă și în compoziția microflorelor.

La sfîrșitul maastrichtianului dispare polenul de tip *Aquilapollenites* și *Proteacidites*, precum și alte genuri din grupul *Normapolles*, care erau dominante în senonianul inferior.

Tot acum apar genuri noi ce provin din arealul siberian, adaptîndu-se la noile condiții climatice, cum ar fi *Betula*, *Corylus*, *Alnus* etc. Alături de aceste elemente apar elementele celei de-a treia microflore cu *Postnormapolles*. În acest grup se includ genuri ca *Anacolpopollenites*, *Monocolpopollenites*, *Tricolporopollenites* etc.

Toate aceste microflore vor fi concurente, ultimele două vor progresa, iar prima, cea cu *Normapolles*, treptat, va ceda locul.

Sporii de ferigi și polenul de gimnosperme sînt cu totul subordonați. Microfitoplanctonul este bine dezvoltat și, alături de polenul de tip *Normapolles*, este utilizat în orizontări stratigrafice de detaliu.

O sinteză privind asociațiile palinologice întîlnite în cretacicul din România este prezentată de N. Balteș, 1977 (v. schema I anexată).

În Carpații Orientali, în zona flișului, cretacicul superior a fost mai bine studiat decît alte regiuni.

Zona flișului paleogen, interceptată de văile Moldovei, Bistriței, Trotușului, a oferit numeroase deschideri în depozitele de vîrstă cretacic superior (santonian, campanian, maastrichtian), cu o microfloră alcătuită din elemente din grupul *Normapolles (Baconyipollis, Suemegipollis, Papillopolis, Convexipollis, Krutzschipollis)* și din grupul *Postnormapolles (Tricolporopollenites, Subtriporopollenites, Inaperturopollenites)*.

Se mai întîlnesc polen de gimnosperme și spori de ferigi (*Gleicheniidites, Camarozonotriletes, Laevigatosporites*, etc.) precum și microfloră marină, care în general este în regres (pl. CXII, fig. 1—8).

Pe baza asociațiilor menționate au fost realizate corelări cu asociații similare din țară (Platforma Moldovenească) și din alte țări (U.R.S.S., Franța, R. D. Germană, Ungaria, Cehoslovacia) (Olaru, 1978).

Remarcăm descrierea unei noi specii de *Aquilapollenites carpaticus* Olaru în senonianul Carpaților Orientali (O l a r u, 1978).

Prezența acestei specii în Carpații Orientali este o dovadă a migrării către această regiune a florei estice, siberiene. S-au pus în evidență, de asemenea, numeroase specii de microfloră marină, cu reprezentanți ai genurilor *Hystrichosphaeridium, Dinogymnium, Cleistosphaeridium,* alături de unele genuri și specii noi, ca *Deflangymnium elongatum* Olaru și *Diconodinium longicornis* Olaru.

La sfîrșitul maastrichtianului a fost sesizat un prag bionomic important, timp în care microflora de tip *Normapolles* se reduce, locul ei fiind luat de flora arcto-terțiară și de tip *Postnormapolles* (O l a r u, 1978).

În Platforma Moesică, cretacicul superior a fost de asemenea bine studiat prin numeroase foraje executate în vederea prospectării zăcămintelor de hidrocarburi.

Pentru cenomanian s-au pus în evidență două palinofaciesuri cu o microfloră bogată de tip marin, din care nu lipsesc genurile: *Hystrichosphaeropsis, Deflandrea, Microdinium* etc. Polenul de angiosperme de tip *Normapolles,* deși se întîlnește sporadic prin genurile *Complexipollis, Latipollis* etc., este important din punct de vedere stratigrafic. Pentru senonian s-a putut stabili o asociație cu caracter global, formată din genurile *Bohemiapollis, Suemegipollis, Trudopollis* și *Deflandrea* dintre dinoficee.

În Platforma Moldovenească, tot prin foraje, s-au pus în evidență diferite orizonturi ale cretacicului superior. Partea inferioară a cenomanianului se caracterizează printr-o mare abundență a fitoplanctonului cu genurile: *Oligosphaeridium, Hystrichosphaeridium,* care scad ca pondere la partea superioară a cenomanianului. Din senonian au fost determinate asociații palinologice pentru toate subetajele, cu fitoplancton aparținînd genurilor *Deflandrea* și *Dinogymnium,* iar polenul de tip *Normapolles* este reprezentat prin genurile *Santonipollis, Papillopollis, Tudopollis* și *Extratriporopollenites* (pl. CXI).

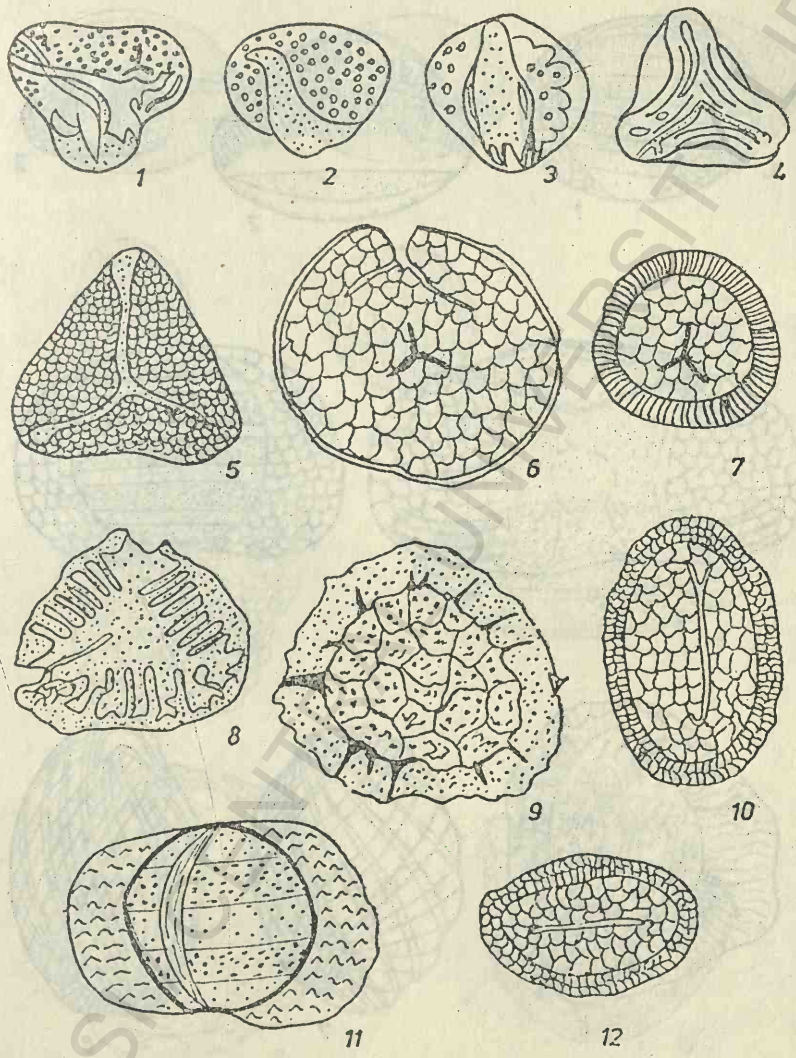
În Depresiunea Panonică, cretacicul superior, pus în evidență prin foraje, a oferit o asociație săracă din punct de vedere palinologic, numai din senonian, în care s-au întîlnit fitoplancton și polen de angiosperme din grupul *Normapolles.*

4. PALINOSTRATIGRAFIA EREI CENOZOICE

Macro- și microflora erei cenozoice este bine cunoscută, fiind cea mai bine precizată în cadrul erelor geologice.

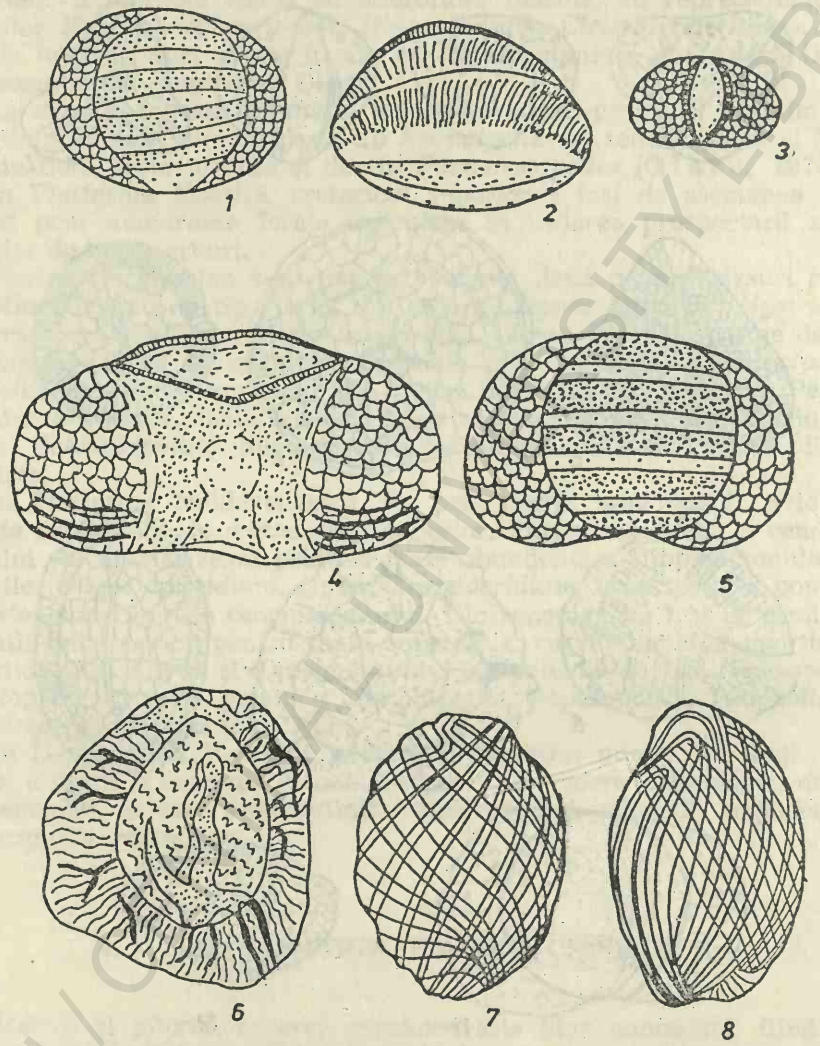
Relațiile de corespondență între materialul fosil și plantele actuale sînt stabilite cu mai multă exactitate (în raport cu resturile paleofloristice ale erelor precedente), ceea ce permite reconstituirea condițiilor paleoclimatice, de mediu, ale perioadelor geologice respective.

În paleogen flora păstrează încă multe punți de legătură cu flora din cretacicul superior. În schimb, la finele neogenului se instalase o vegetație foarte asemănătoare ca cea existentă astăzi, la aceeași latitudine.



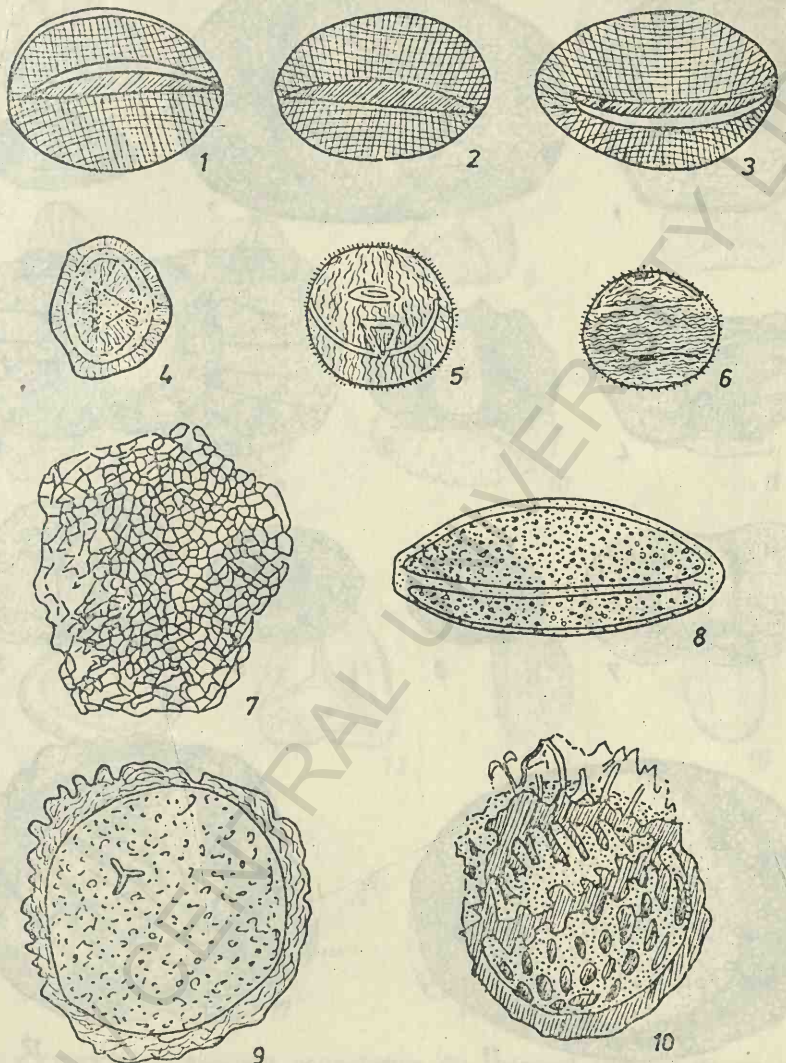
Planşa LXXXIII — Spori — polen din triasic:

1—3 — *Deltoidospora neddeni* (Potonié), 47 microni; 4 — *Cancavisporites lunzensis* (Klaus), 39 microni; 5 — *Conbaculatisporites mesozoicus* Klaus, 56 microni; 6 — *Verrucosisporites morulae* Klaus, 70 microni; 7 — *Duplexisporites scanicus* (Nilson) Playford & Dettmann, 45 microni; 8 — *Zebrasporites fimbriatus* Klaus, 62 microni; 9 — *Kraeuselisporites cuspidus* Blame, holotip, 90 microni; 10, 12 — *Ovalipollis lunzensis* Klaus; 11 — *Taeniaesporites* cf. *kraeuseli* Leschik, 78 microni (1—12, ×750).



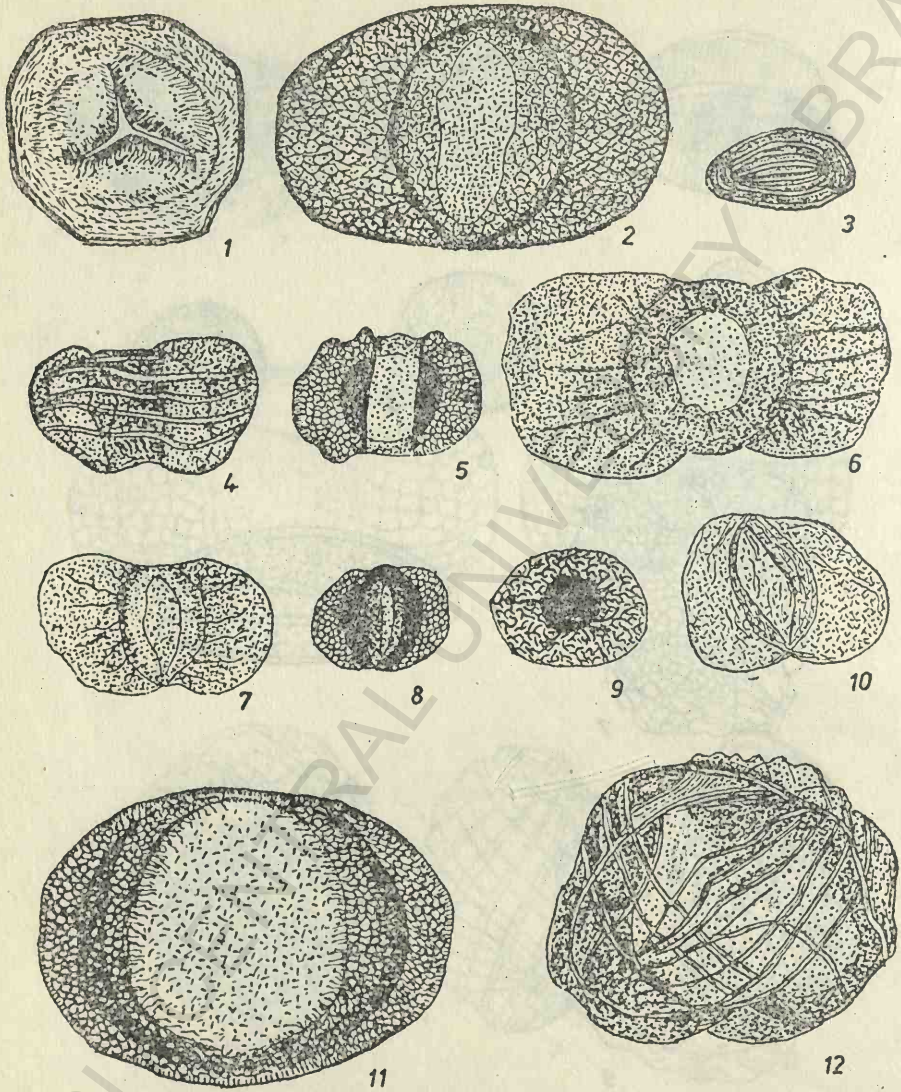
Planșa LXXXIV — Spori-polen din triasic:

1 — *Taeniaesporites* cf. *T. noviaulensis* Leschik, 75 microni; *2*, *4* — *Alisporites* sp. cf. *A. apii* Daugherty (*2* — specimen aplatisat de-a lungul axei, 67 microni; *4* — specimen aplatisat oblic față de axa polară; corpul central și sacii sînt acoperiți cu pilae, 165 microni); *3* — *Vitreisporites palidus* (Reissinger) Nilson, 38 microni; *5* — *Chordaisporites singulichorda* Klaus, 81 microni; *6* — *Aratrisporites fischeri* (Klaus), 75 microni; *7*, *8* — *Gnetaceaepollenites chinleana* (Daugherty), 7—70 microni sau 8—75 microni (*1—8*, × 750).



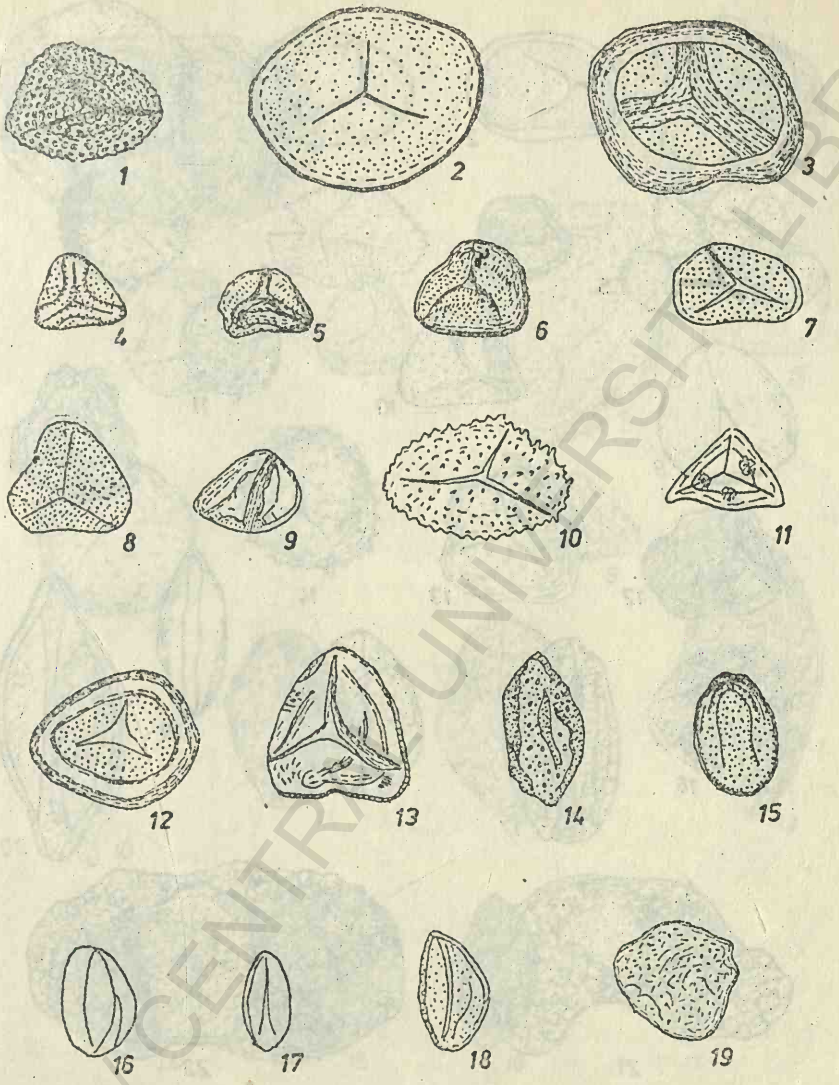
Planşa LXXXV — Spori-polen din triasic:

1—3 — *Decussatisporites delineatus* Leschik; (*1, 2* — indivizi văzuţi din părţi opuse, 42 microni; 3 — individ văzut polar, 45 microni); *4—6* — *Classopollis torosus* (Reissinger) Blame (*4* — specimen văzut ecuatorial, 38 microni; *5* — specimen văzut oblic, 39 microni; *6* — specimen văzut polar, 34 microni); *7* — *Tetradosulcites sp.*; *8* — *Cycadopites carpenteri* (Delc. & Spru). Couper, 81 microni; *9* — *Naiadita lanceolata* Buckman, 103 microni; *10* — *Nathorstisporites hopliticus* Jung. 500 microni; (*1—3*, ×1000; *4—6*, ×750; *7—9*, ×500; *10*, ×100).



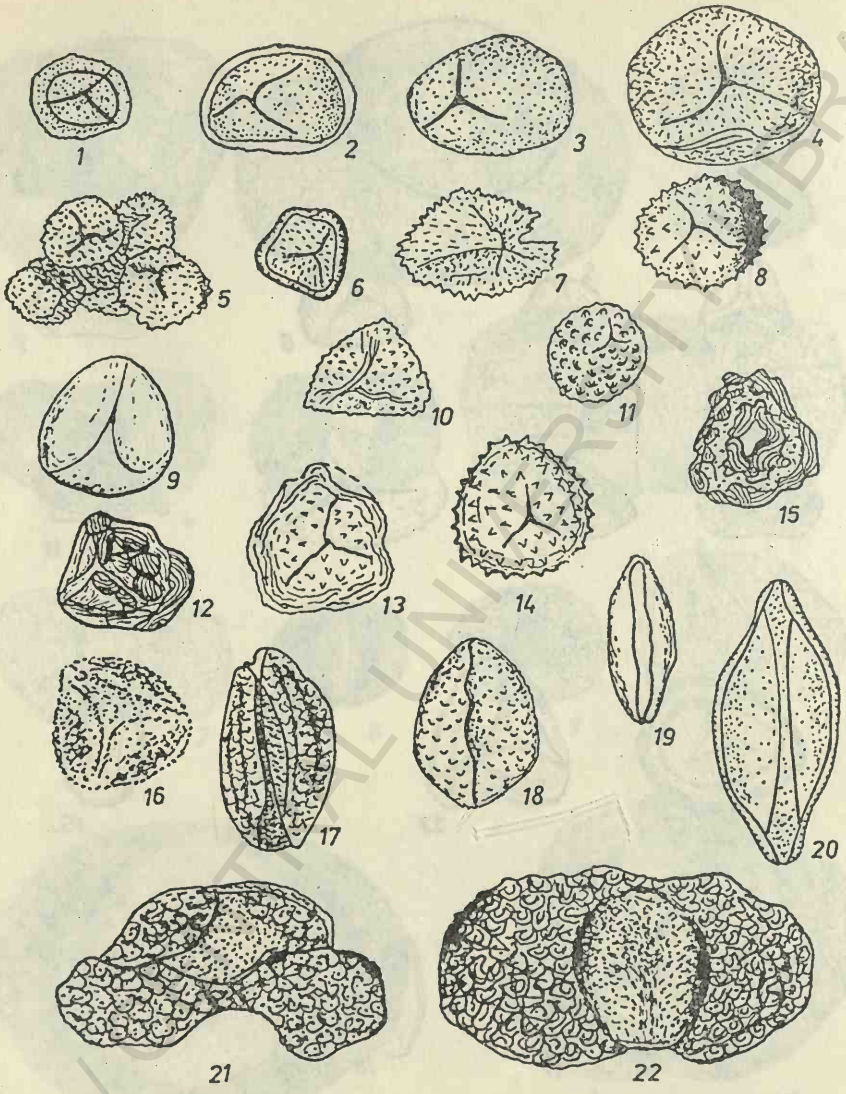
Planșa LXXXVI — Asociații palinologice din triasicul inferior de pe teritoriul U.R.S.S.:

1 — *Partina bulbifera typica* Mal.; *2* — *Lebachiacites prolongata* Mal.; *3* — *Striatipites* sp; *4* — *S. permotriassica parvistriata* Mal.; *5* — *Pinus alata typica* (*Luber*) Mal., holotip; *6* — *Protopodocarpus annulata* Mal.; *7* — *Podocarpus annulata triassica* Mal.; *8* — *Caytonidites alaticonformis* Mal.; *9* — *Cordaianthus parvus* (Wilson & Hoffmeister); *10* — *Stachycarpites lobisaccata* Mal.; *11* — *Voltziapites vulgaris* Mal.; *12* — *V. limbiferina* Mal. (*1*—*2*, *4*—*12*, × 500; *3*, × 600).



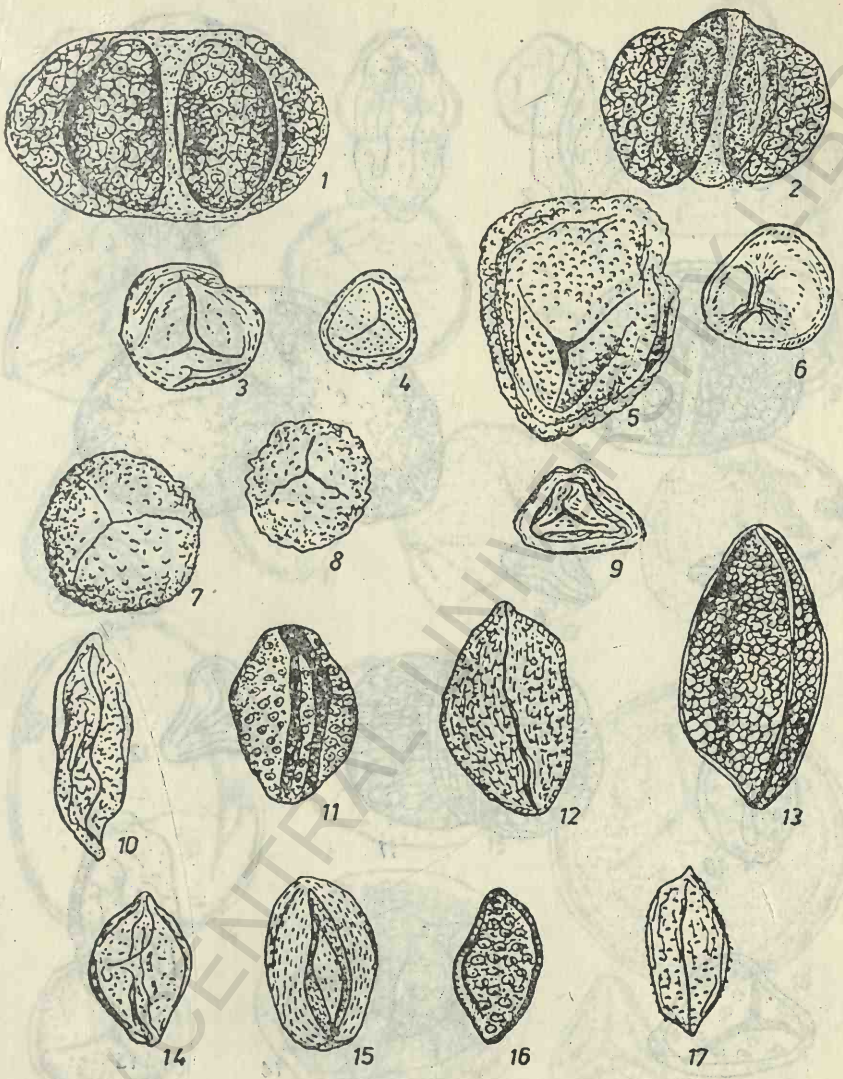
Planșa LXXXVII — Asociații palinologice din triasicul inferior de pe teritoriul U.R.S.S.:

1 — *Selaginella graniferiformis* Mal.; *2* — *Neocalamites punctata* Mal.; *3* — *Partina reticulata* Mal.; *4* — *Dictyophyllum exactum* Mal.; *5* — *D. gleichenliforme* Mal.; *6* — *Hausmannia minuscula*, holotip; *7* — *H. minuscula* Mal.; *8* — *H. cordiformis punctata* Mal.; *9* — *H. paculiniformis* Mal.; *10* — *Alsophyllites irregularispinosa* Mal., holotip; *11* — *Senftenbergiites pyramidelliformis* Mal.; *12* — *Limbella ovaliformis punctata* Mal.; *13* — *Tripartina velaria* Mal.; *14* — *Pseudozamites coniferireticulata* Mal.; *15* — *Lagenella* sp.; *16, 17* — *Ginkgo pachyexinium* Mal.; *18* — *Ginkgoidites protominor* Mal., *holotip; 19* — *Aggerella variabilis* (*1—19*, × 500).



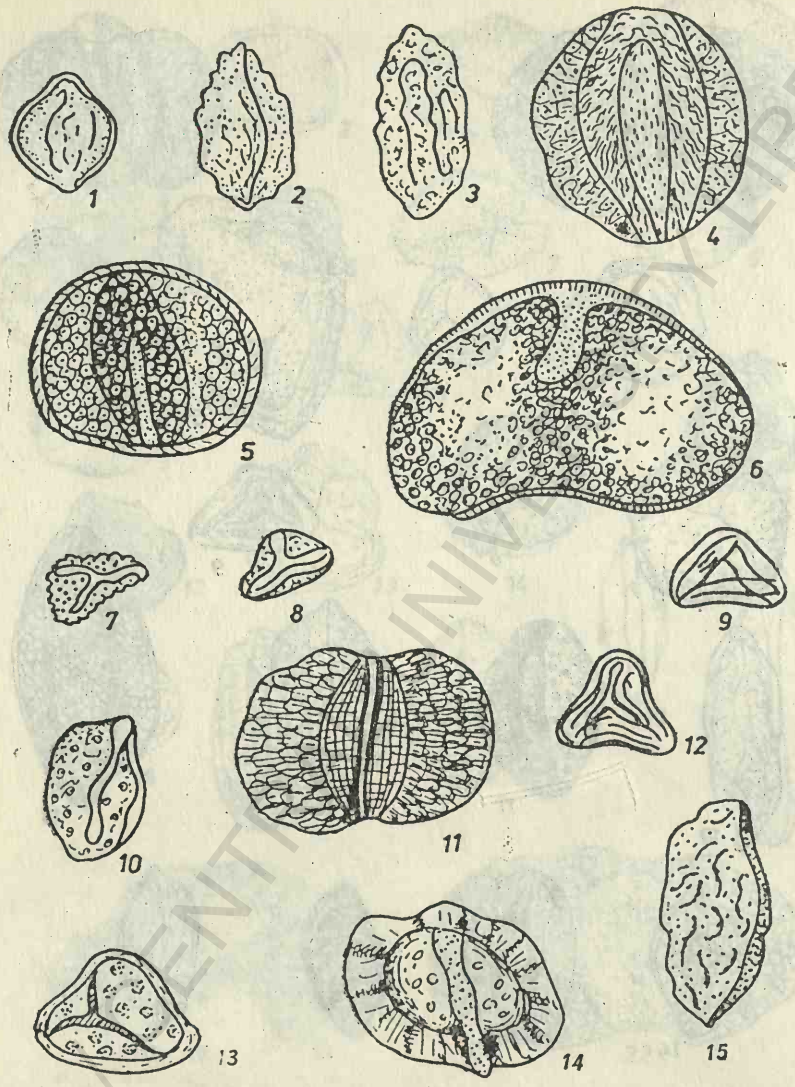
Planșa LXXXVIII — Asociații palinologice din triasicul mediu și superior de pe teritoriul U.R.S.S.:

1 — *Selaginella subvelaria* Mal.; *2* — *Cycloequisetites typiciformis* Mal.; *3* — *Neocalamitites punctata* Mal. emend. Mal.; *4* — *Danaeopsites parvispinellatiformis* Mal.; *5, 6* — *D. parvispinellatiformis* Mal.; *7* — *D. parvispinellata* Mal. emend. Mal.; *8* — *D. acutispina* Mal; *9* — *Contopteris lucens* Mal.; *10* — *Dictyophyllum multispinosellum* Mal.; *11* — *Danaeopsites brevispina* Mal.; *12* — *Senftenbergiites platibulbiferina* Mal.; *13* — *S. media* Mal.; *14* — *Todites multispina* Mal.; *15* — *Senftenbergiites crispiformis* Mal.; *16* — *S. tuberiferina* Mal.; *17* — *Pseudozamites pecteniformis* Mal.; *18* — *Ginkgoinites larga* Mal.; *19* — *Cycadeoidea (Bennettites) semlangulata* Mal.; *21* — *Abietites arciferina* Mal.; *22* — *A. excelsa* Mal. (1—22, ×500).



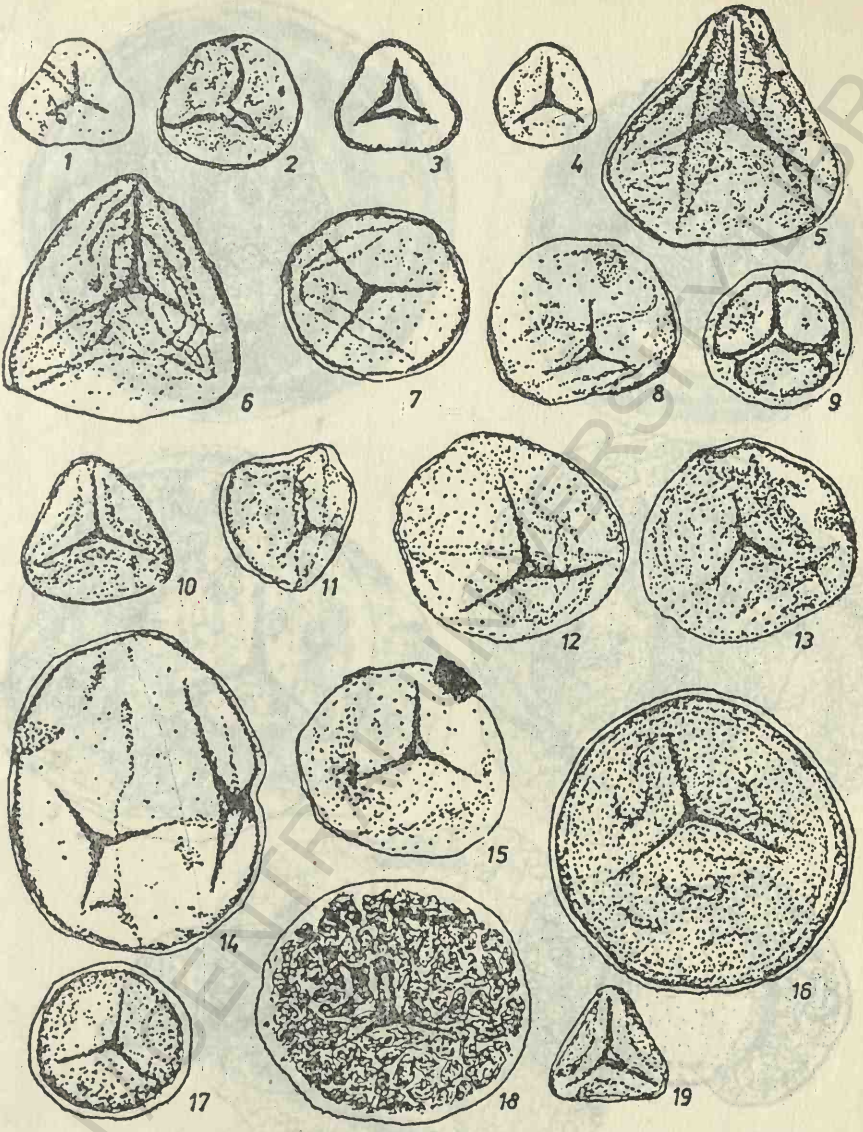
Planșa LXXXIX — Asociații palinologice din triasicul mediu și superior de pe teritoriul U.R.S.S.:

1 — *Pseudolarixidites ovaliformis* Mal. emend. Mal.; *2* — *Pinus biconvexiformis* Mal. emend. Mal.; *3* — *Paleoequisetites subglobata typica* Mal. emend. Mal.; *4* — *Hausmannia bella* Mal.; *5* — *Hymenophyllum proteae typicum* Mal. emend. Mal; *6* — *Danaeopsites lucida* Mal.; *7* — *Trichomanes rotundum* Mal. emend. Mal.; *8* — *T. rotundum* Mal. emend. Mal.; *9* — *Senftenbergites triangula* Mal.; *10* — *Pseudozamites acutipolaris* Mal.; *11* — *P. ovoidina* Mal.; *12* — *Wielandia grandis* Mal.; *13* — *W. magna* Mal.; *14* — *Pseudozamites pseudovoidina* Mal.; *15* — *Ginkgo simplex crassa* Mal.; *16* — *Ginkgoidites cristata* Mal. emend. Mal.; *17* — *G. parviciliata* Mal. (*1—17*, × 500).



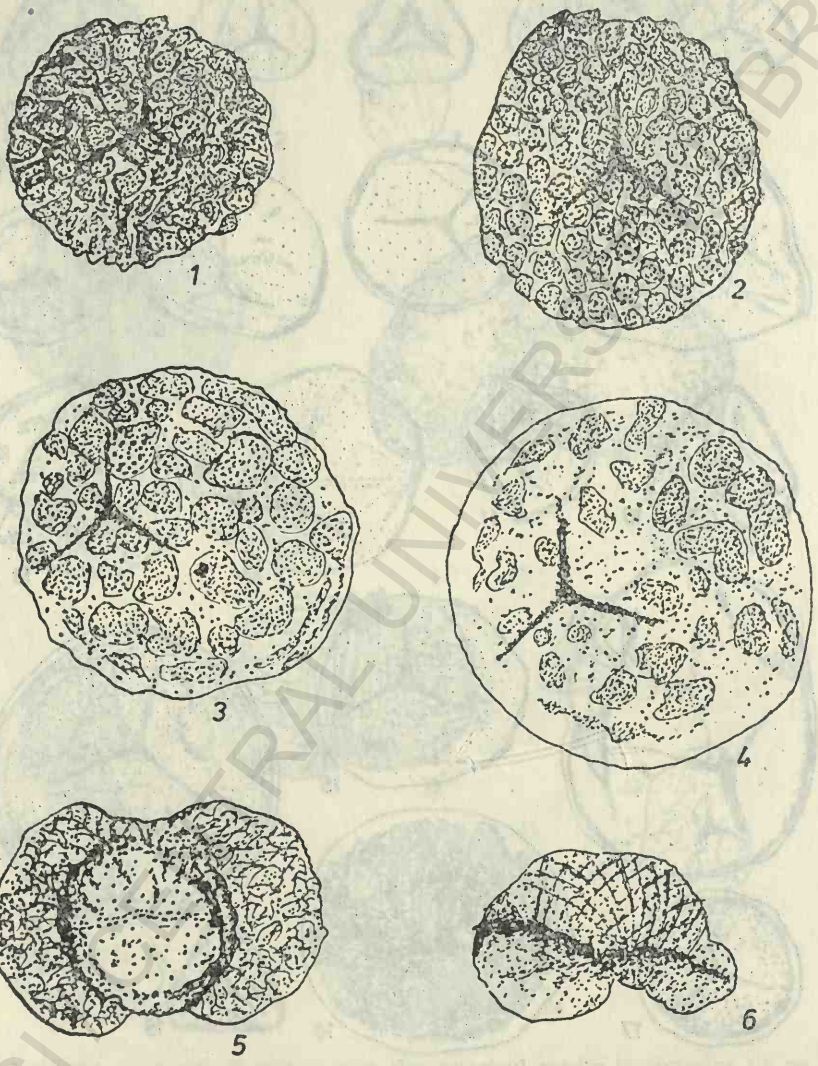
Planșa LXXXX — Asociații palinologice din triasicul mediu și superior de pe teritoriul U.R.S.S.:

1 — Ginkgoidites rhomboides Mal.; *2 — G. undulifera* Mal.; *3 — G. tuberculata* Mal.; *4 — Palaeoabietipites rotundiovalis typica* Mal.; *5 — P. triassica* Mal.; *6 — Protoabietipites oblatinoides typica* Mal. emend. Mal.; *7 — Dictyophyllum multispinosellum* Mal.; *8 — D. gleicheniiforme* Mal.; *9 — Hausmannia placuliforme* Mal.; *10 — Ginkgoinites larga* Mal.; *11 — Podocarpus quasiexacta* Mal.; *12 — Hausmannia pseudocordiformis* Mal.; *13 — Pseudozamites irregulariplicata* Mal.; *14 — Senftenbergiites tuberiferina* Mal.; *15 — Cedripitites latelliformis* Mal. (*1—15*, × 500).



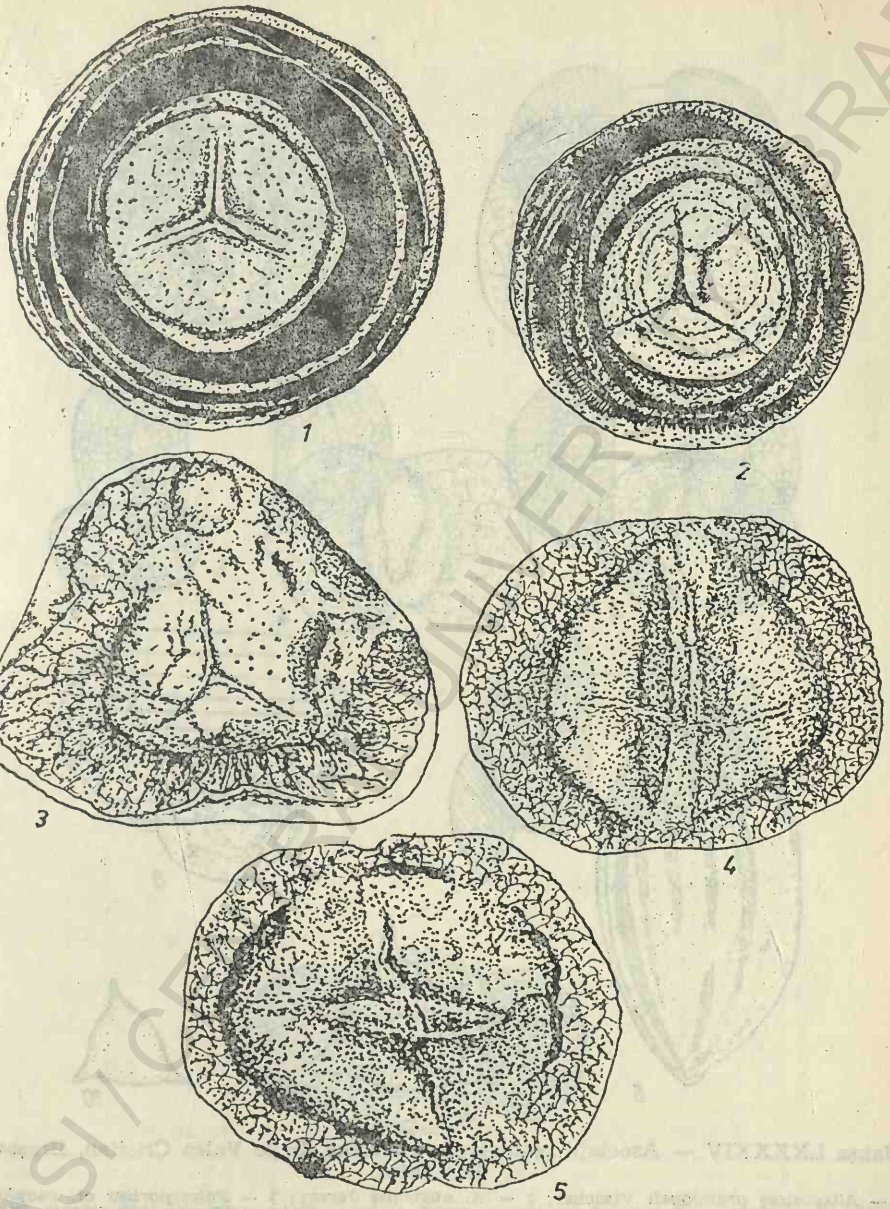
Planşa LXXXXI — Asociaţii palinologice anisiene de pe Valea Cristian, Braşov — România:

1 — *Leiotriletes tenuis* (Les.) Bhard. & Singh; *2* — *L. adnatoides* Pot. & Kremp; *3* — *L. adrienniformis* Nilson; *4* — *Cosmosphaerites elegans* Nilson; *5* — *Leiotriletes* cf. *gulaferus* Pot. & Kremp; *6* — *Dictyphyllidites surangei* Bhard. & Singh; *7, 8* — *Todisporites minor* Couper; *9* — *Carnisporites hercynicus* Mädler; *10, 11* — *Dictyophyllidites mortoni* (Jer.) Play. & Dett.; *12, 13* — *Calamospora keuperiana* Mädler; *14* — *Todisporites major* Couper; *15, 17* — *Punctatisporites triassicus* Schulz; *16* — *P. fungosus* Blame; *18* — *Spinotriletes echinoides* Mädler; *19* — *Concavisporites toralis* (Leschik) Nilson (*1—19*, ×500).



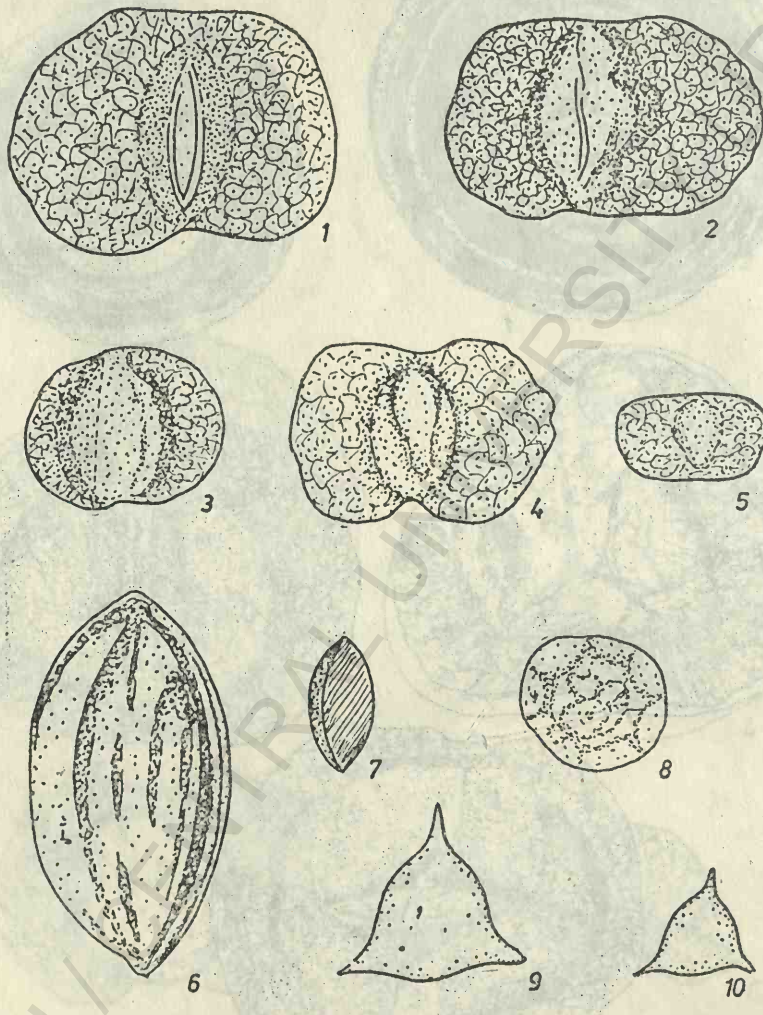
Planșa LXXXXII — Asociații palinologice anisiene de pe Valea Cristian, Brașov — România:

1 — *Verrucosisporites applanatus* Mädler; *2* — *V. morulae* Klaus; *3* — *V. thuringiacus* Mädler; *4* — *Regulatisporites mesozoicus* Mädler; *5* — *Angustisulcites klausi* Fremd.; *6* — *Striatoabietites aytugii* Vischer (*1—6*, ×500).



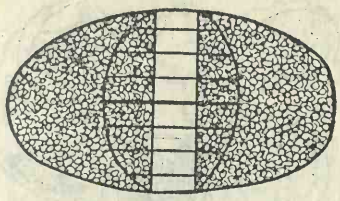
Planșa LXXXXIII — Asociații palinologice anisiene de pe Valea Cristian, Brașov — România:

1 — *Concentricisporites nevesi* Antonescu; *2* — *C. plurianulatus* Antonescu; *3* — *Cristianisporites triangulatus* Antonescu; *4* — *Illinites kosankei* Klaus; *5* — *I. chitinoides* Klaus (*1—5*, ×500).

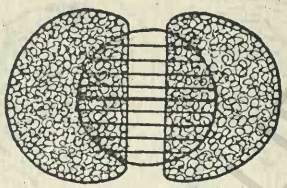


Planșa LXXXXIV — Asociații palinologice anisiene de pe Valea Cristian, Brașov — România:

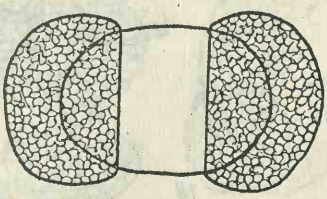
1 — *Alisporites grauvogeli* Visscher; *2* — *A. australis* Jersey; *3* — *Falcisporites* cf. *snopkovae* Visscher; *4* — *Umbrosaccus keuperianus* Mädler; *5* — *Caytonipollenites pallidus* (Reiss.) Couper; *6* — *Cycadopites potoniei* Bhard. & Singh; *7* — *Monosulcites minimus* Cookson; *8* — *Veryhachium aster* Sarjeant; *9, 10* — *V. reductum* (Deunnf.) Jek. (*1—10*, ×500).



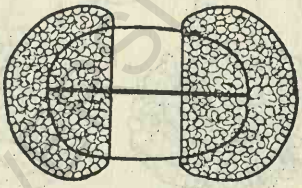
1



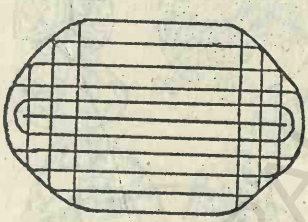
2



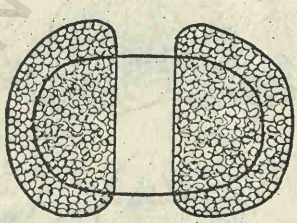
3



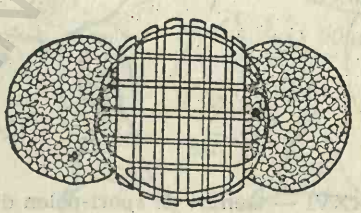
4



5



6



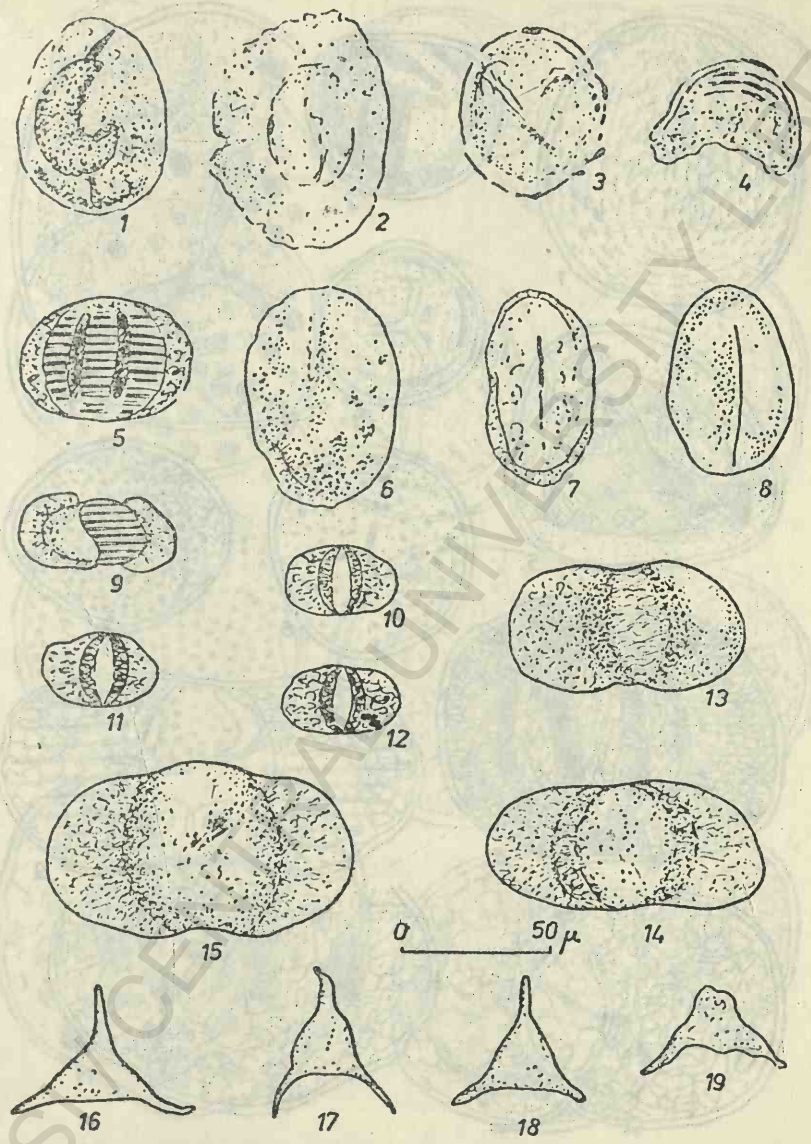
7

Planşa LXXXXV — Genuri de polen bisacat permo-triasic din grupul Striatiti:
1 — *Protohaploxypinus* sp.; 2 — *Striatopodocarpites* sp.; 3 — *Striatoabietites* sp.; 4 — *Leuckisporites* sp.; 5 — *Vittatina* sp.; 6 — *Taeniasporites* sp.; 7 — *Hemiapollenites* sp.

CUTAS / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

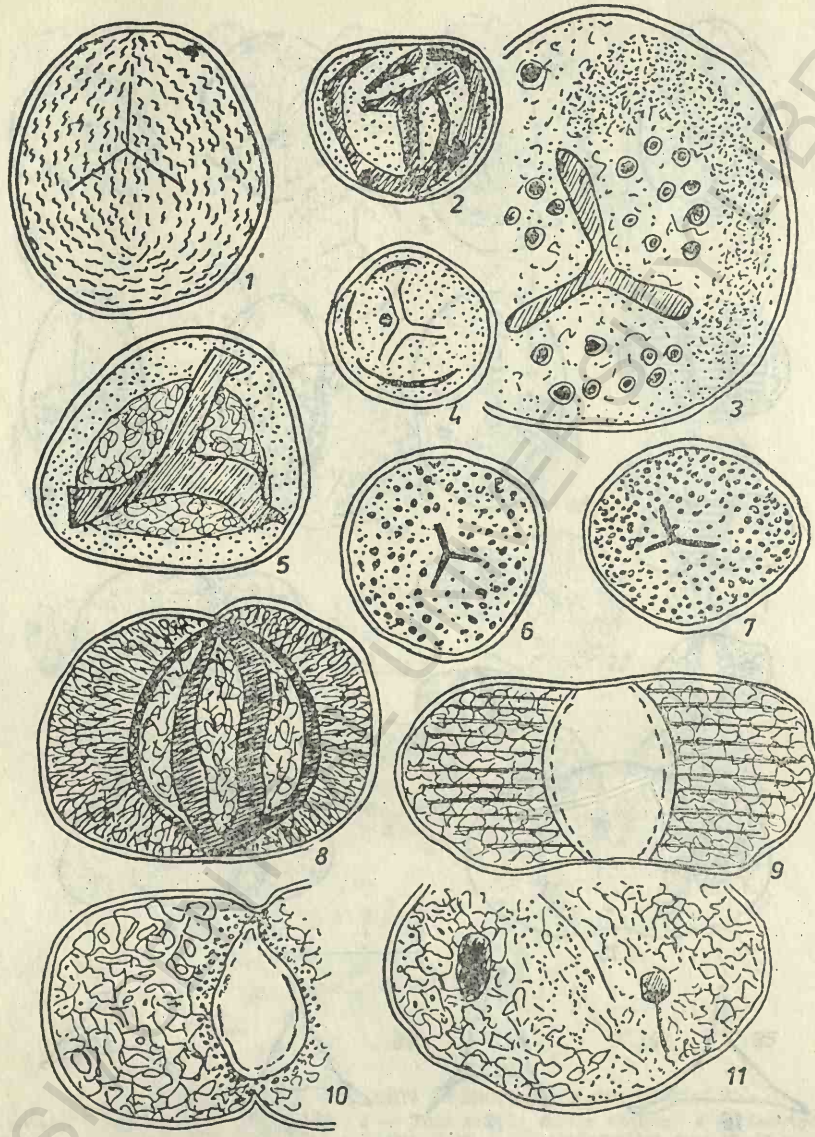
Planșa LXXXXVI — Genuri de spori-polen din triasic:

1, 2 — *Calamospora nathorsti* (Halle) Kl.; *3* — *Todisporites minor* Couper; *4* — *Laevigatosporites* sp.; *5, 6* — *Retusotriletes mesozoicus* Klaus; *7—9* — *Punctatisporites* sp.; *10, 11* — *Anapiculatisporites telephorus* (Pant.) Kl.; *12, 14, 15* — *Apiculatisporites parvispinosus* Leschik; *13* — *Triletes* cf. *hungaricus* Venk. & Gocz.; *16, 17* — *Verrucosisporites morulae* Kl.; *18* — *Baculatisporites comaumensis* (Cook.) Pot.; *19* — *Waltzispora ancorae* Reinsch.; *20—22* — *Echinatosporites illiacoides* Schul. & Kr.; *23* — *Microreticulatisporites* sp.; *24—29* — *Camarozonotriletes rudis* (Leschik) Kl.; *25—26* — *Duplicisporites granulatus*; *27* — *Undulatosporites lucens* Leschik; *28* — *Zebrasporites kahleri* Kl.; *30—32* — *Saturnisporites* cf. *granulatus* Kl.; *33—35* — *Saturnisporites granulatus* Kl. (*1—35*, ×500).



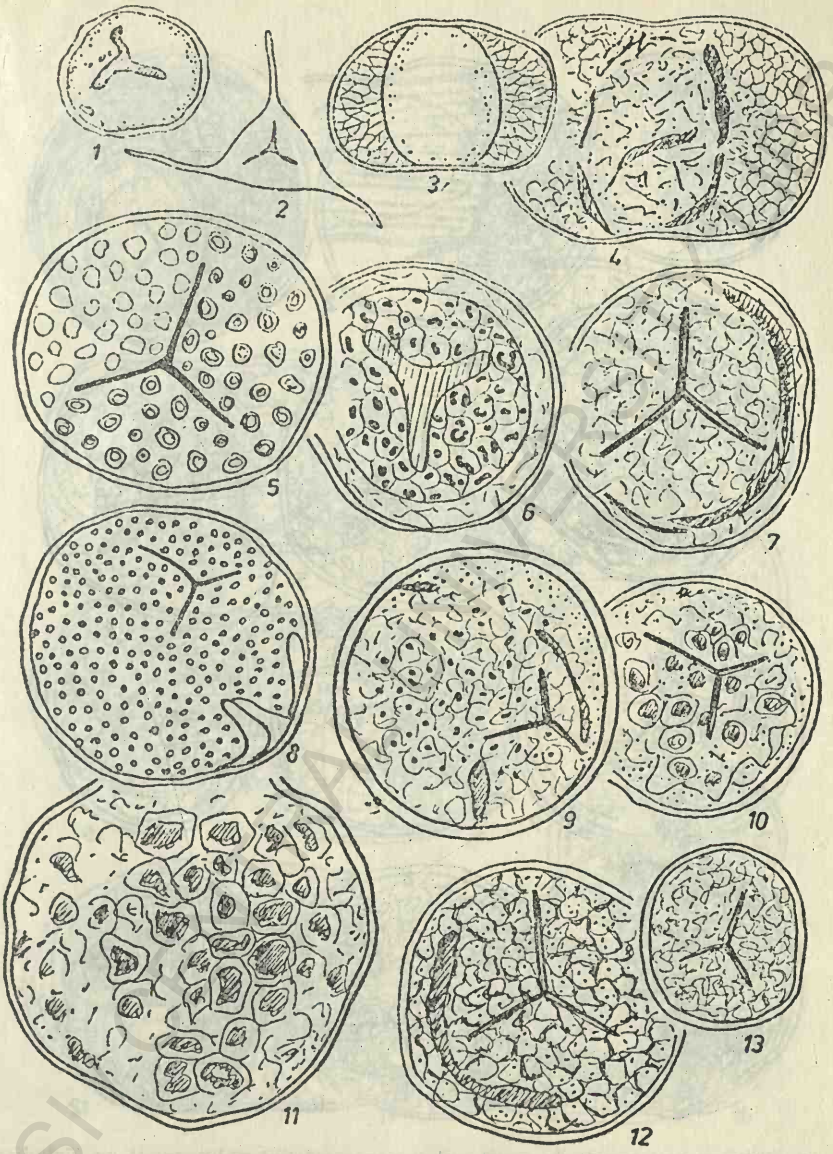
Planșa LXXXXVII — Genuri de spori-polen din triasic:

1, 2 — *Saturnisporites fimbriatus* Kl.; *3* — *Aratrisporites paraspinosus* Kl.; *4, 5* — *Striatites minor* Kl.; *6—8* — *Ovalipollis ovalis* Kr.; *7* — *O. lunzensis* Kl.; *9* — *Striatites* sp.; *10—12* — *Vitreisporites pallidus* (Reiss.) Nilson; *13* — *Cuneatisporites radialis* Leschik; *14, 15* — *Falcisporites zapfei* (Pot. & Kl.) Leschik; *16—19* — *Veryhachium reductum* (Deunff.) de Jersey (*1—19*, ×500).



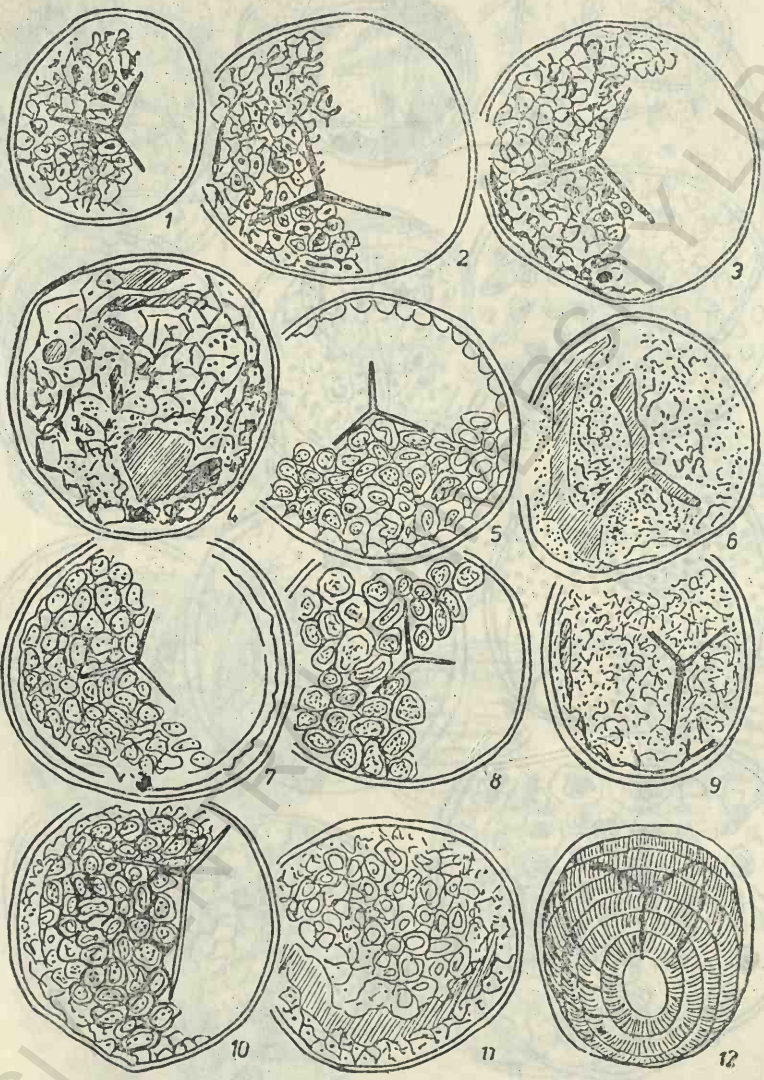
Planşa LXXXXVIII — Genuri şi specii de spori-polen caracteristici palinozonei cu *Densoisporites neujburgii:*

1 — *Cyclotriletes* sp.; 2 — *Lundbladispora* sp.; 3, 6, 7 — *Cycloverrutriletes presselensis* Schulz; 4 — *Endosporites papilatus* Jansonius; 5 — *Densoisporites neujburgii* (Schulz) Blame; 8 — *Striatopodocarpites* sp.; 9 — *Limitisporites vesiculosus* Schaarschmidt; 10 — *Platysaccus papillionis* Pot. & Kl.; 11 — *Alisporites cymbatus* Venkat., Beju & Kar (1—11, ×500).

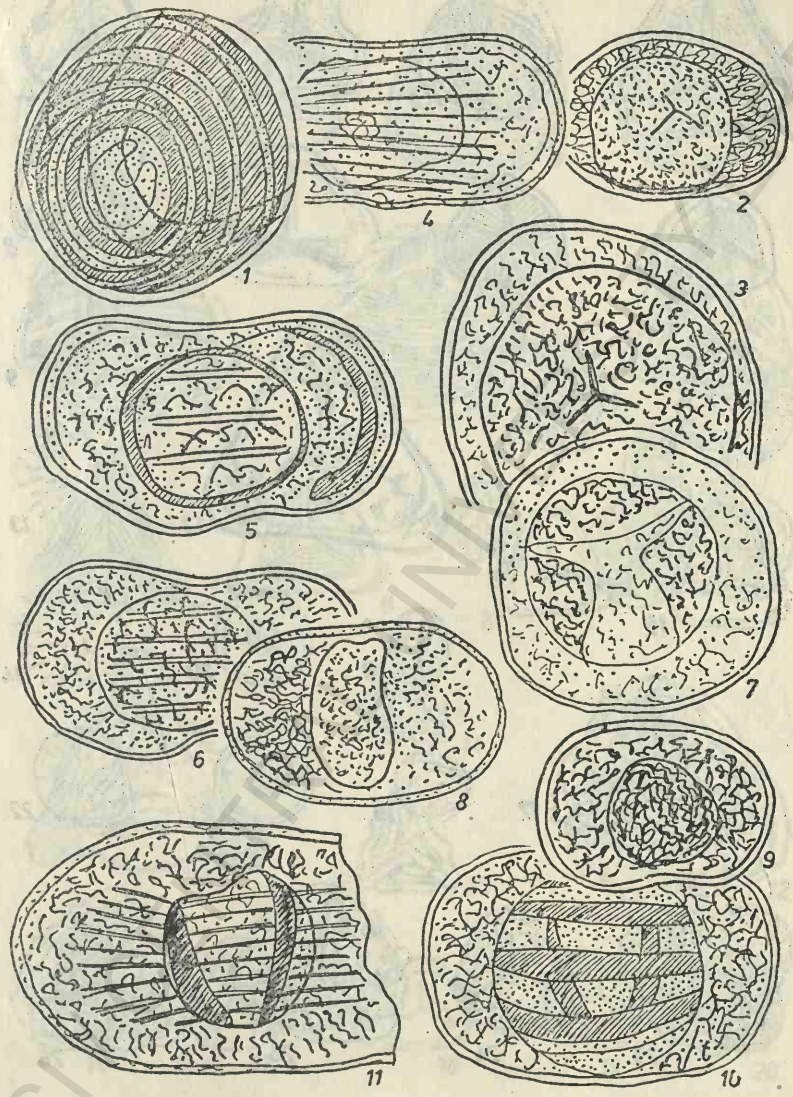


Planşa LXXXXIX — Genuri şi specii de spori-polen caracteristici palinozonei cu *Densoisporites neujburgii* şi cu *Triadispora:*

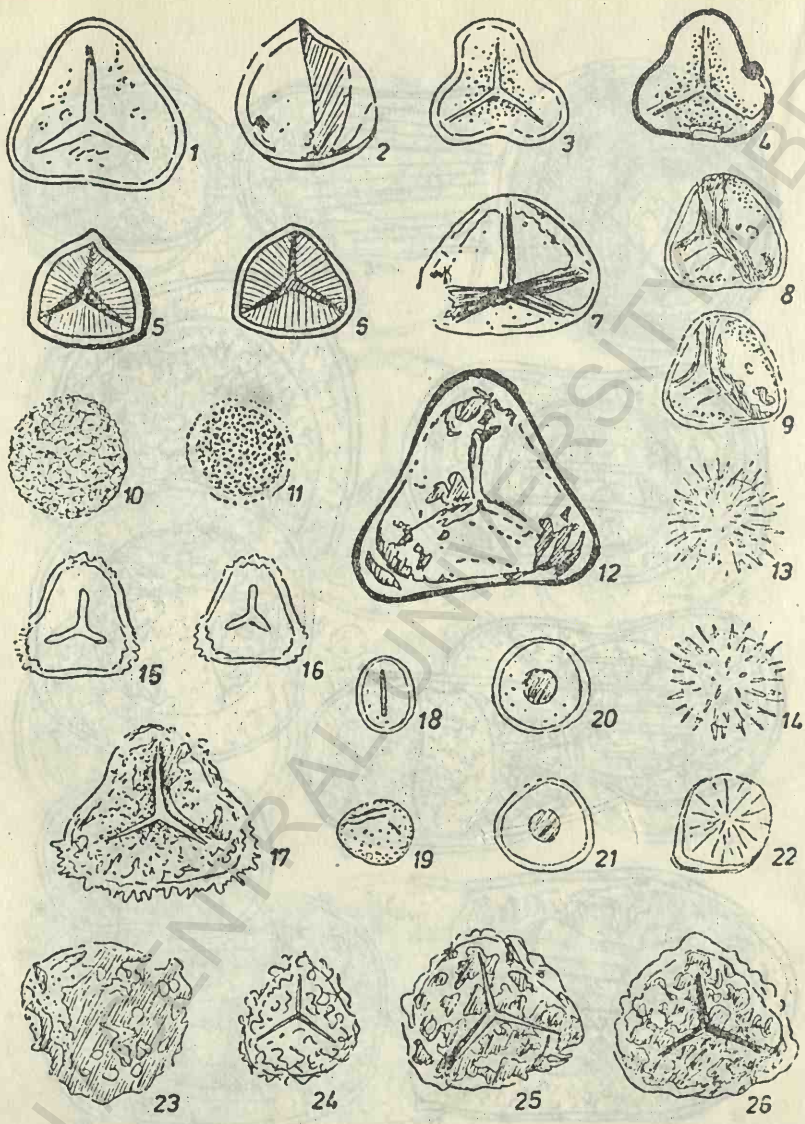
1 — *Densoisporites neujburgii* (Schulz) Blame; *2* — *Veryhachium reductum* (Deunff.) de Jersey; *3* — *Jugasporites* sp.; *4* — *Alisporites landianus* Blame; *5* — gen şi specie noi nedeterminate; *6, 8* — *Punctatisporites fungosus* Blame; *7* — *Carnisporites* sp.; *9* — *Cyclotriletes* sp.; *10—11* — *Verrucosisporites* cf. *thuringiacus* Mädler; *12* — *V.* cf. *reinhardtii* Visscher; *13* — *Perotriletes minor* (Mädler) Antonescu & Taugourdeau-Lantz (*1—13*, ×500).



Planşa C — Genuri şi specii de spori-polen caracteristici palinozonei cu *Triadispora:*
1, 5 — *Anaplanisporites protumulosus* (Reinh.) Schulz; *2* — *Guttatisporites* cf. *elegans* Visscher; *3* — *Verrucosisporites pseudomorulae* Visscher; *4*— *V. thuringiacus* Mädler; *6* — *Kraeuselisporites* cf. *cuspidus* Blame; *7, 8* — *Retitriletes jenensis* (Reinh.) Schulz; *9* — *R.* sp.; *10* — *Convolutispora vischeri* Schulz; *11* — *C.* cf. *melita* Hoffmeister, Staplin & Malloy; *12* — *Concentricisporites plurianulatus* Antonescu (*1—12*, ×500).

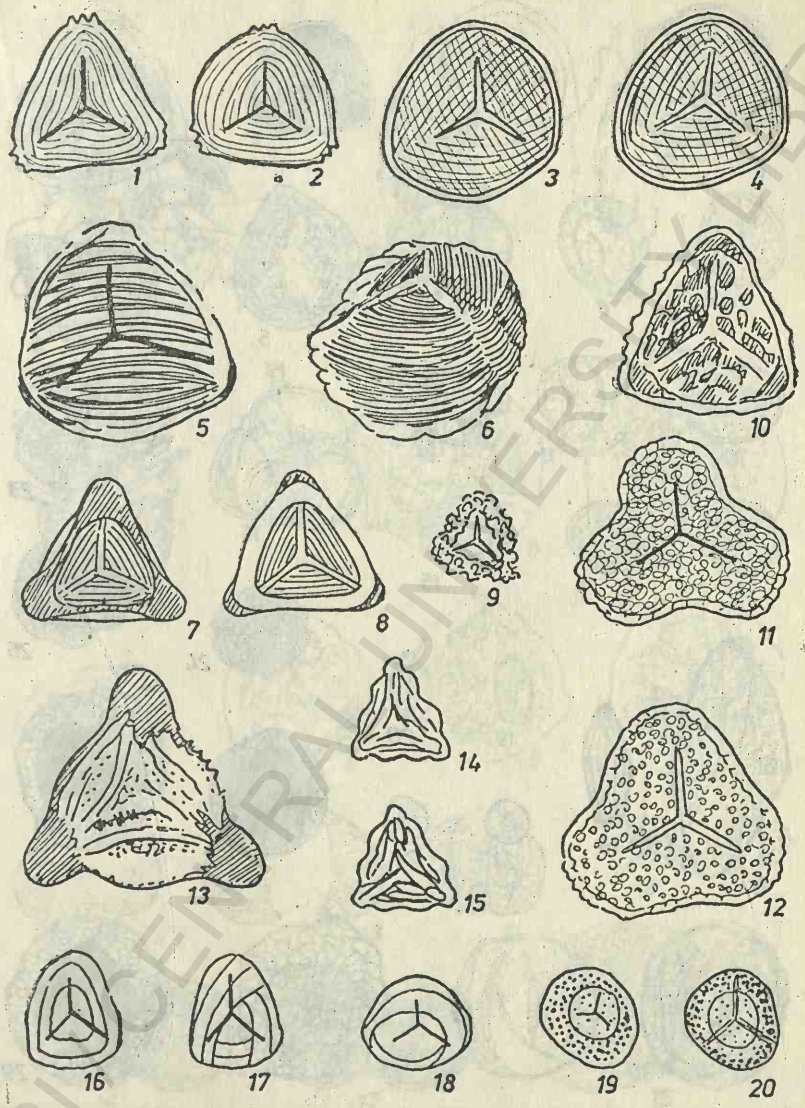


Planșa CI — Genuri și specii de spori-polen caracteristici palinozonei cu *Triadispora:* *1* — *Concentricisporites nevesi* Antonescu; *2, 3* — *Triadispora crassa* Klaus; *4* — *T. muelleri* (Reinh. & Schimt.) Visscher; *5* — *Striatoabietites aytugii* Visscher; *6* — *Lunatisporites* sp.; *7, 8* — *L. multiplex* (Visscher) Scheuring; *9* — *Triadispora muelleri* (Reinh. & Schmitz) Visscher; *10* — *Alisporites* sp.; *11* — *Triadispora cf. obscura* Scheuring (*1—11.* ×500).



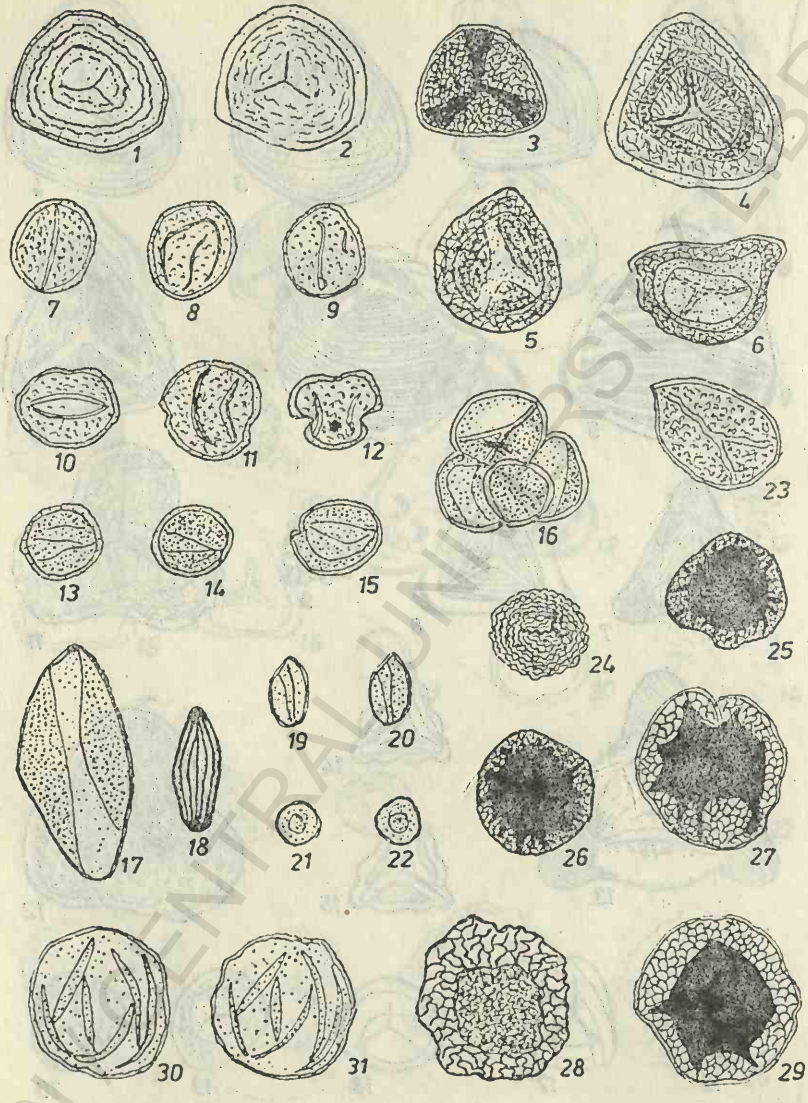
Planșa CII — Asociații microfloristice din jurasic și cretacic inferior:

1, 2 — Cyathidites australis Couper; *3, 4 — C. punctatus* (Delc. & Sprum.); *5—7 — Biretisporites potoniei* (Delc. & Sprum.); *8, 9 — Dictyophyllidites harrissi* Couper, holotip; *10, 11 — Osmundacidites wellmanii* Couper; *12 — Matonisporites phlebopteroides* Couper; *13, 14 — Cyclosporites hughesi* (Cookson & Dettman); *15—17 — Pilosisporites* cf. *trichopapillosus* (Thiergart); *18, 19 — Marattisporites scabratus*; *20, 21 — Coronatisporites valdensis* (Couper); *22 — Kuylisporites* sp.; *23 — Klukisporites variegatus* Couper; *24 — Dictyotriletes* sp.; *25, 26 — Leptolepidites* sp. (*1—26*, ×500).



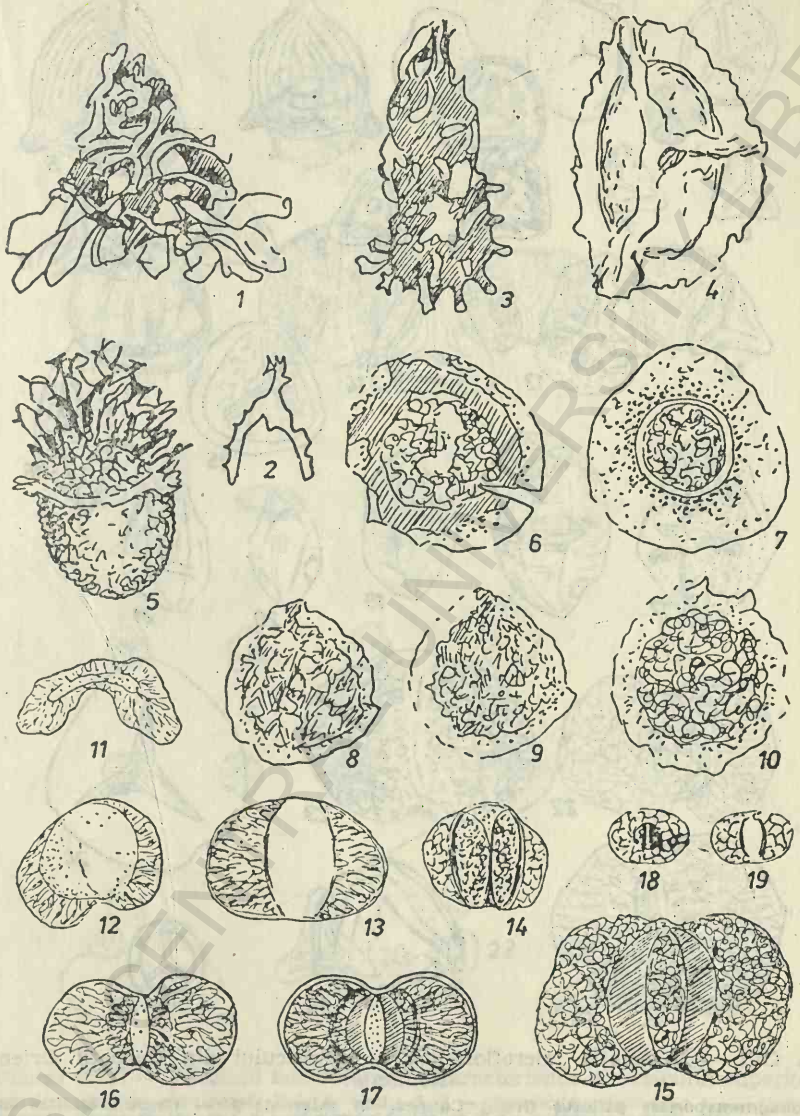
Planșa CIII — Asociații microfloristice din jurasic și cretacic inferior:

1, 2 — *Cicatricosisporites* sp.; *3, 4* — *Schizaeopsis americana* Hughes & Moody — Stuart; *5, 6* — *Pelletieria valdensis* Erdtman; *7, 8, 13* — *Appendicisporites* sp.; *9* — *Cingulitriletes* sp.; *10* — *Trilobosporites bernissartensis* (Delc. & Sprum.); *11* — T. sp.; *12* — *T. apiverrucatus* Couper; *14, 15* — *Gleicheniidites* sp.; *16—18* — *Contignisporites* sp.; *19, 20* — *Taurocusporites* cf. *segmentatus* Stover (1—20, ×500).



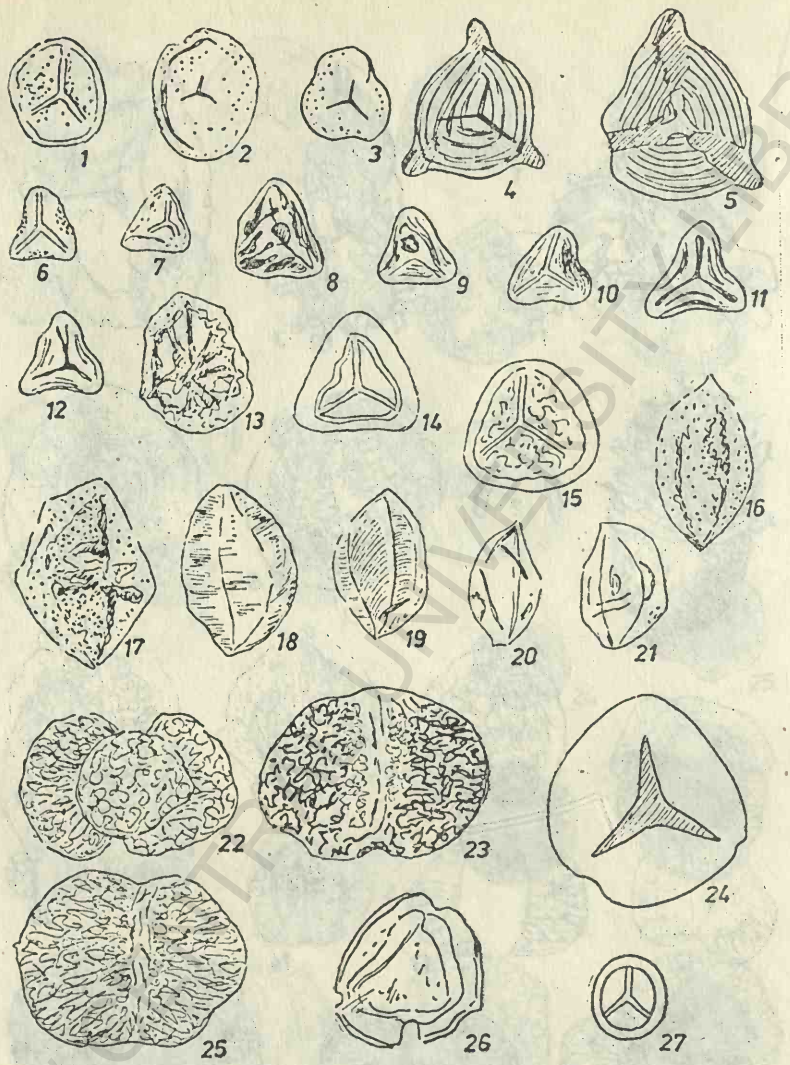
Planșa CIV — Asociații microfloristice din jurasic și cretacic inferior:

1, 2 — *Rouseisporites granospeciosus* (Delc. & Sprum.); *3* — *Foveosporites* sp.; *4* — *Cooksonites* sp.; *5* — *Crybelosporites striatus* (Cook. & Dett.); *6* — *C. stylosus* Dett.; *7—12* — *Eucommiidites troedssoni Erdtman*; *13—16* — *Classopollis* sp.; *17* — *Schizosporis* cf. *parvus* Cook. & Dett.; *18* — *Ephedripites* cf. *multicostatus* Brenner; *19—22* — *Clavatipollenites hughessi* Couper; *23* — *Perinopollenites elatoides* Couper; *24* — *Cerebropollenites mesozoicus* (Couper); *25, 26* — *Tsugaepollenites dampieri* (Blame); *27, 29* — *T. trilobatus* (Blame); *28* — *T.* cf. *segmentatus* (Blame); *30, 31* — *Araucariacites australis* Cookson (*1—31*, ×500).



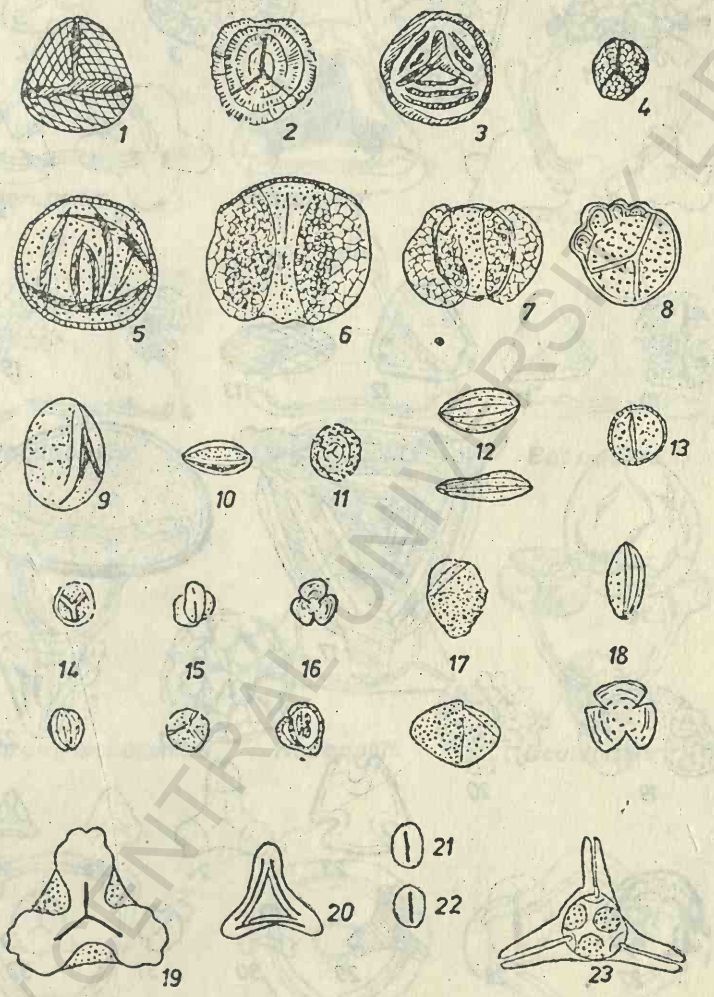
Planșa CV — Asociații microfloristice din jurasic și cretacic inferior:

1 — *Pyrolobospora vectis* Hughes; *2* — *P. reticulata* Cook. & Dett.; *3* — *Arcellites hexapartitus* (Dijkstra); *4* — *Minerisporites undulatus* (Dijkstra); *5* — *Thomsonia reticulata* Mädler; *6* — *Aequitriradites* cf. *spinulosus* (Cook. & Dett.); *7* — *A. dubius* Delc. & Sprum.; *8, 9—10* — *A.* sp.; *11, 12* — *Parvisaccites radiatus* Couper; *13* — *Alisporites* sp.; *14* — *A.* cf. *similis* Daugh.; *15* — *A.* cf. *grandis* Daugh.; *16, 17* — *Podocarpidites* sp.; *18, 19* — *Vitreisporites palidus* (Reiss.) (*1, 3, 4, 5,* ×100; *2* ×200; *6—19,* ×500).



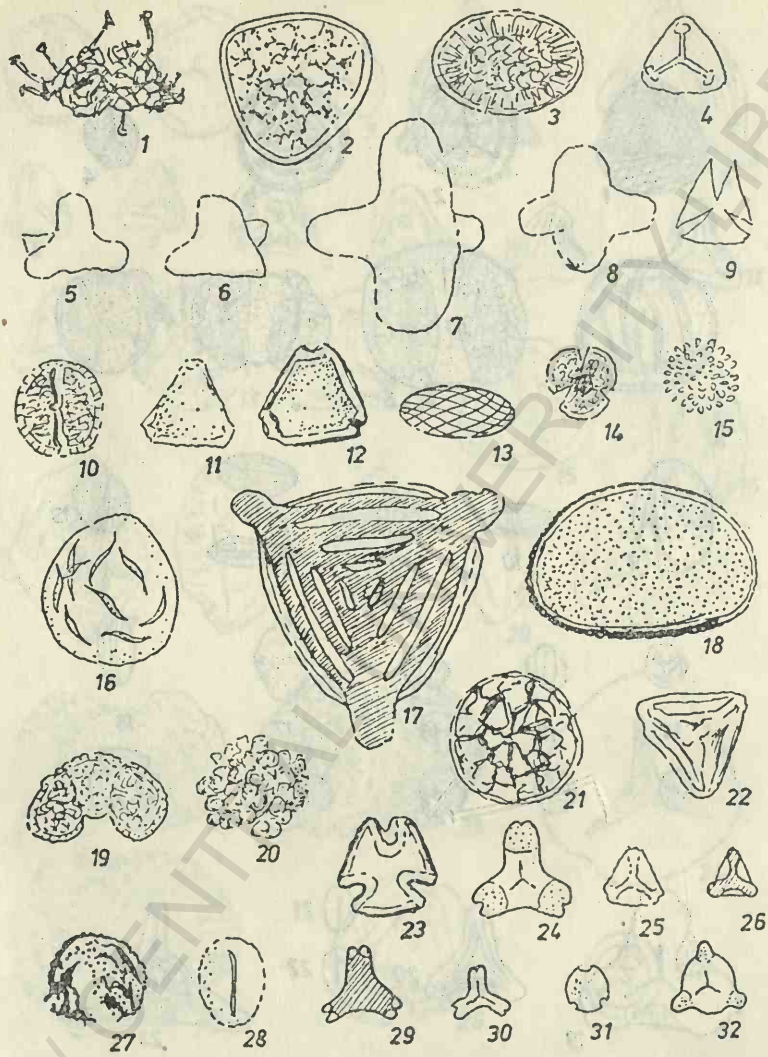
Planşa CVI — Asociaţia microfloristică a cretacicului din Carpaţii Orientali — România:

1 — *Sphagnumsporites psilatus* (Ross) Couper, 30 microni; *2* — *Osmundacidites welmanii* Couper, 36—42 microni; *3* — *Leiotriletes gradatus* (Mal.) Bolch., 26—30 microni; *4, 5* — *Appendiciporites tricornitatus* Weyland & Greifeld, 45—50 microni; *6—12* — *Gleicheniidites senonicus* Ross.; *13* — *Staplinisporites caminus* (Balme) Peacock, 44—46 microni; *14, 15* — *Corayagtisporites toratus* Weyland & Greif.; *16—18* — *Bennettites dislucidus* Bolch., 43—50 microni lungime, 30—38 microni diametrul ecuatorial; *19—21* — *Ginkgo parva* (Naum) Bolch., 38—42 microni lungime, 22—24 microni diametrul ecuatorial; *22* — *Podocarpus proxyma* Bolch., 70—85 microni lungime, 28—30 microni lăţime; *23, 24* — *Alisporites rotundus* Rouse, 70—80 microni lungime, 40 microni lăţime; *25* — *Pflugipollenites trilobatus* (Blame) Peacock, 55—65 microni; *26* — *Lygodiumsporites* sp., 45—47 microni; *27* — *Deltoidospora robusta* Balteş, 60 microni (*1—27*, ×500).



Planșa CVII — Asociații microfloristice caracteristice cretacicului superior:

1 — Cicatricosisporites dorogensis Pot. & Gell.; *2, 3 — Taurocusporites* sp.; *4 — Apiculatisporites vulgaris* Groot & Groot.; *5 — Araucariacites* sp.; *6 — Abietineaepollenites* sp.; *7 — Pinuspollenites* sp.; *8 — Rugubivesiculites* sp.; *9 — Granabivesiculites* sp.; *10 — Entyllissa* sp.; *11 — Classopollis* sp.; *12 — Ephedripites* sp.; *13 — Monosulcites* sp.; *14 — Tricolpopollenites* sp.; *15 — T. crassimurus; 16 — Striatopollis sarstedtensis* Krutzsch; *17 — Latipollis verrucosus* Groot & Groot; *18 — Tricolpopollenites* sp.; *19 — Oculopollis* sp.; *20 — Sporopollis* sp.; *21, 22 — Tricolpopollenites* sp.; *23 — Extratriporopollenites* sp. (*1—23*, ×500).



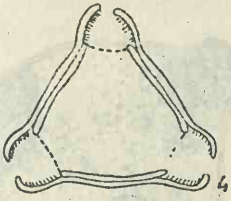
Planșa CVIII — Asociații microfloristice caracteristice maastrichtianului:

1 — *Azolla* sp.; *2* — *Zlivisporites* sp.; *3* — *Woodehouseia spinata* Stanley; *4* — *Pemphixipollenites* sp.; *5* — *Aquilapollenites delicatus* Stanley; *6* — *A. polaris* Funk.; *7* — *A. trilatus* Rouse; *8* — *A. attenuatus* Funk.; *9* — *Elytranthe striatus* Couper; *10* — *Monosulcites* sp.; *11* — *Proteacidites* sp.; *12* — *Triatriopollenites* sp.; *13* — *Ephedripites* sp.; *14* — *Tricolpites interangulus* Newman; *15* — *Erdtmanipollis* sp.; *16* — *Araucariacites* sp.; *17* — *Appendicisporites* sp.; *18* — *Schizaeoisporites* sp.; *19, 20* — *Rugubivesiculites* sp.; *21* — *Camarozonosporites* sp.; *22* — *Gleicheniidites* sp.; *23* — *Tricolporites* sp.; *24* — *Oculopollis* sp.; *25* — *Proteacidites* sp.; *26* — *Plicapollis* sp.; *27* — *Granabivesiculites* sp.; *28* — *Monosulcites* sp.; *29—30* — *Extratriporopollenites* sp.; *31* — *Triporopollenites* sp.; *32* — *Nudopollis* sp. (*1—32*, ×500).

Sporopollis

Plicapollis

Trudopollis

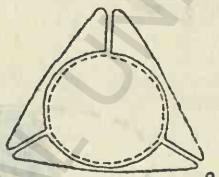


Vacuapollis

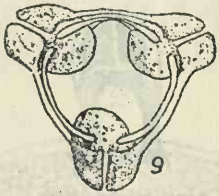
Conclavipollis

Basapollis

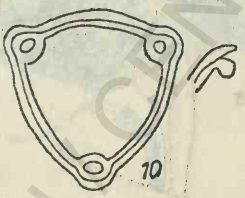
Extratriporopolleniles



Nudopollis

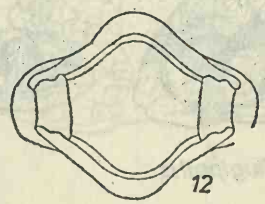


Oculopollis



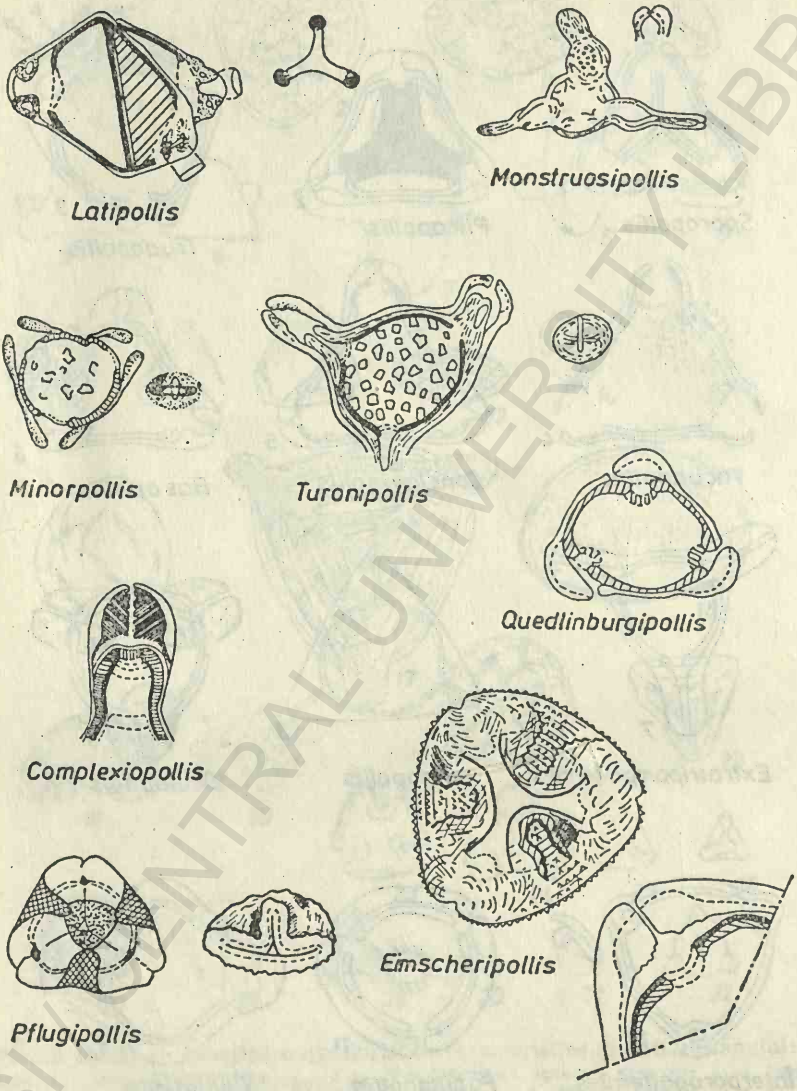
Interporopollenites

Papillopollis



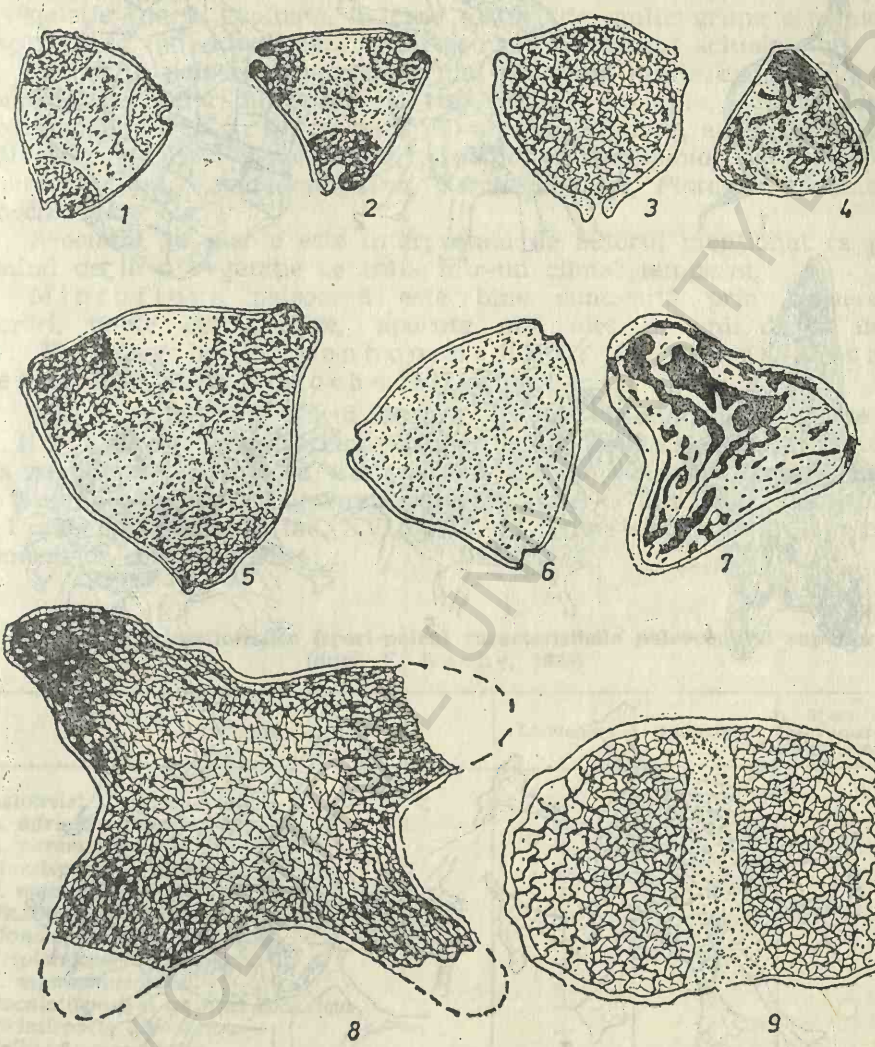
Pentapollis

Planșa CIX — Genuri principale de polen din grupul Normapolles.



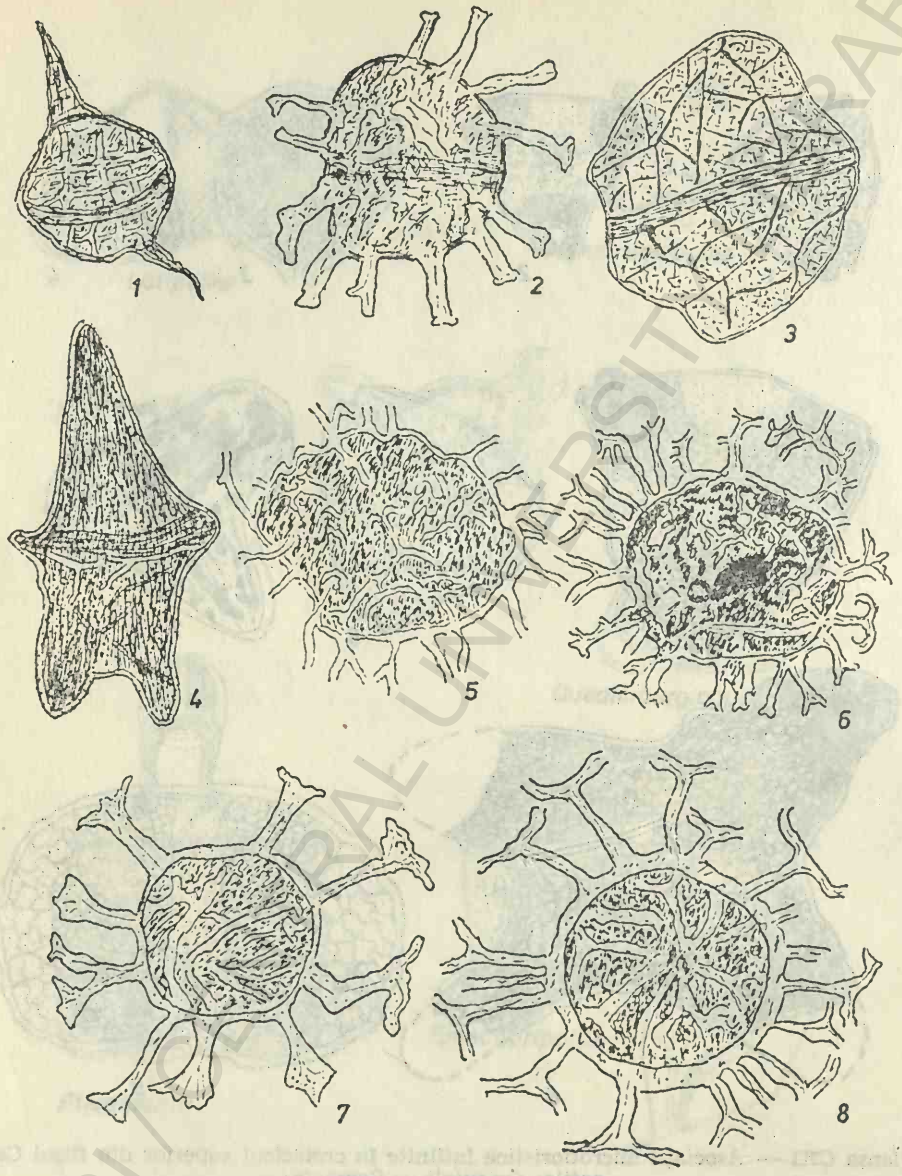
Planșa CX — Genuri principale de polen din grupul Normapolles.

CU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa CXI — Asociații microfloristice întîlnite în cretacicul superior din flișul Carpaților Orientali — România:

1 — *Oculopollis pertinax* Pf., masstrichtian, 35 microni; *2* — *Pekakipollis bohemiensis* Kr. & Pacl., santonian, 28 microni; *3* — *Papilopollis budejovicensis* Kr. & Pacl., santonian superior, 40 microni; *4* — *Tenerina tenera* Kr., coniacian, 25 microni; *5* — *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* (Kr.) Kr. maastrichtian, 43 microni; *6* — *Triangulipollis turonicus*. Kr., santonian, 35 microni; *7* — *Lusatipollis* cf. *granigerminalis* Groot & Kraus., santonian, 40 microni; *8* — *Aquilapollenites carpaticus* Olaru, maastrichtian, 68 microni 33×54 microni; *9* — *Alisporites grandis* Cook; santonian maastrichtian, 71×90 microni.



Planșa CXII — Microfitoplancton întîlnit în cretacicul superior din depozitele de fliș din Carpații Orientali — România:

1 — *Diconodinium longicornis* Olaru, santonian-maastrichtian, 122 microni, 5×65 microni; *2* — *Exochosphaeridium* cf. *pseudohystrichodinium* Defl., 53 microni; *3* — *Dinogymnium* cf. *albertii* Clarke & Verdier, senonian, 55×46 microni; *4* — *Deflagymnium elongatum* Olaru, maastrichtian, 150 microni; *5* — *Heterosphaeridium heteracanthum* Defl. & Cook., santonian-campanian, 50 microni; *6* — *Hystrichosphaera ramosa ramosa* (Ehr.) Dav. & Will., maastrichtian, 46×35 microni; *7* — *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Erh.), maastrichtian, 38 microni; *8* — *Cleistosphaeridium* cf. *multifurcatum* Defl., senonian, 58×50 microni.

În paleogen, cercetările paleobotanice sînt în măsură să evidenţieze o vegetaţie foarte evoluată, în care alături de multe grupe sistematice dispărute se individualizează toate grupele de plante actuale.

Astfel, în **paleocen** macroflora mai păstrează multe elemente vechi, asemănătoare celor din cretacicul superior. De exemplu, din paleocenul Groenlandei, E. Koch[1], pe bază de amprente foliare, a determinat următoarele plante: *Cladophlebis, Ginkgo, Metasequoia, Dryophyllum, Quercophyllum, Juglandophyllum, Cercidiphyllum, Platanus, Credneria, Macclintockia* etc.

Asociaţia de plante este interpretată de autorul menţionat ca provenind de la o vegetaţie ce trăia într-un climat temperat.

Microflora paleocenă este bine cunoscută prin numeroase lucrări, unele monografice, apărute mai ales în anii de pe urmă (W. Krutzsch, R. Vanhoorne, 1977; C. Gruas-Cavagnetto, 1968, 1976; E. Roche, 1973 etc.).

Mai departe vom stărui asupra datelor de analiză, efectuate de E. Roche, asupra paleocenului superior din Belgia şi Franţa[2]. Autorul sus-menţionat a reuşit să stabilească o bogată asociaţie microfloristică, ce provine din depozite de vîrstă paleocen superior din Belgia (landenian) şi Franţa (sparnacian) (tab. XVI). Iată, în ordine sistematică, lista palinomorfelor, mai răspîndite:

Tabelul XVI

Asociaţiile microfloristice (spori-polen) caracteristicile paleocenului superior
(după E. Roche, 1973)

SPORITES	Landenian	Sparnacian	Specii cu valoare stratigrafică
Leiotriletes microadriensis	+	×	
L. adriensis pseudomaximus	+	×	
L. paramaximus	+		
Stereisporites stereoides	+		
S. macroides	+		
Undulatisporites concavus	+		
Monoleiotriletes delmerii	+		
Triplanosporites sinuosus	+	×	
T. microsinusoides	+	×	
Baculatisporites quintus eocenicus	+		○
Striatisporis dichotoma	+	×	
Trilites paravallatus	+	×	
T. multivallatus	+	×	

[1] E. Koch, „Fossil Plants from the Lower Paleocen of Greenland", Medd. Groenland, 172, 5, Kopenhagen, 1963.

[2] E. Roche, „Étude des sporomorphes du Landénien de Belgique et de quelques gisements du Sparnacien français". Mém. Expl. Cartes Géol. et Minières de la Belgiques, 13, Bruxelles, 1973.

Tabelul XVI (continuare)

SPORITES şi POLLENITES	Landenian	Sparnacian	Specii cu valoare stratigrafică
Cicatricosisporites dorogensis	+	X	
Ischyosporites tertiarius	+		○
I. eocenicus	+	X	○
Polypodiaceoisporites stockmansii	+		○
P. gracirugulatus	+	X	
Laevigatisporites haardti	+	X	○
L. discordatus	+	X	○
L. pseudodiscordatus	+	X	
Sabalpollenites minireticulatus	+	X	
Arecipites tranquillus	+	X	○
Inaperturopollenites hiatus	+		
I. dubius	+	X	
I. clavatus	+	X	
Pityosporites microalatus	+	X	
P. labdacus	+	X	
Pompeckjoidaepollenites subhercynicus	+		
Nudopollis endangulatus	+	X	○
Basopollis atumescens	+		
Plicapollis pseudoexcelsus pseudoexcelsus	+	X	○
P. p. turgidus	+	X	○
P. p. minor	+	X	○
Interpollis supplingens	+		○
Stephanoporopollenites hexaraduatus	+		○
Trudopollis hammenii	+		○
T. kunertii	+		○
Triporopollenites robustus	+	X	
Triatripollenites platycarypides	+	X	○
T. engelhardtioides	+	X	
Caryapollenites triangulus	+	X	
Subtriporopollenites anulatus	+	X	○
S. constans	+	X	○
S. magnoporatus	+	X	○
S. subporatus	+		○
S. reticulatus	+	X	
S. spissoexinus	+	X	○
Intratriporopollenites microinstructus	+	X	○
I. pseudoinstructus	+	X	○
I. microreticulatus	+	X	○
I. ceciliensis	+	X	○
Polyvestibulopollenites verus	+		
Compositoipollenites rizophorus	+	X	
Sparganiaceaepollenites reticulatus	+	X	
Tricolporopollenites fallax	+	X	
T. cingulum	+	X	
T. microporocingulum	+	X	
T. granulatus	+	X	
Tricolporopollenites clavatus	+	X	
T. pseudoiliacus	+	X	
T. kruschii	+		
Tetracolporopollenites rotundus	+	X	
Tetradopollenites ericius	+	X	

Monografia lui Roche cuprinde şi cîteva interpretări cronostratigrafice ale palinoflorei studiate. În fine, se mai iau în discuţie şi unele interpretări paleoclimatice.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru landenianul inferior se pune în discuție și macroflora de la Gelinden (Saporta-Marion 1878)[1], dominată de elemente subtropicale (*Quercineae, Lauraceae, Araliaceae* etc.), asemănătoare pădurilor subtropicale din Japonia. Asociațiile de poleno-spori atestă existența unei flore temperat-calde, cu tendințe subtropicale, dominată de Schizeaceae (*Lygodium, Anemia, Mohria),* Gleicheniaceae, Palmae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Lauraceae, Juglandaceae, Sapotaceae, Icacinaceae ș.a.

Începutul landenianului superior este marcat de o ușoară răcire climatică exprimată prin sporirea betulaceelor. În regiunile lagunare dominau plante cu ecologie umedă: Polypodiaceae (pl. CXIII, fig. 2), Schizeaceae, Palmae (pl. CXIII, fig. 14), Taxodiaceae (pl. CXIII, fig. 4—5), Cupressaceae, Typhaceae, Sparganiaceae ș.a. În regiunea continentală, elementele continentale ale florei sînt: Juglandaceae (mai ales *Platycarya*), Quercineae exotice, Restionaceae, Flacourticaceae ș.a. Evident, la acestea se adaugă polenul de tip *Normapolles* cu afinități botanice nelămurite.

În R o m â n i a, pînă în prezent, nu se cunosc resturi de macrofloră atribuită paleocenului. Recent, L. O l a r u (1978)[2] a descris două asociații palinologice din flișul paleogen al Moldovei Centrale, aparținînd stratelor de Izvor, în bază (danian-paleocen mediu), și stratelor de Straja, în partea superioară (paleocen superior — eocen inferior).

Asociația stratelor de Izvor este eterogenă și cuprinde elemente din cretacic, paleocen și eocen inferior. Predomină angiospermele de tip *Normapolles, Postnormapolles* asupra celorlalte grupe floristice (polen prearctoterțiar, spori, polen de gimnosperme). Fitoplanctonul este mai sărac decît în cretacicul superior. Se apreciază că cele trei tipuri de polen de angiosperme (Normapolles, Postnormapolles, Prearctoterțiar) are ponderea cea mai mare în ansamblul florei (60%), față de celelalte elemente — gimnosperme (10—15%), spori (12—15%), fitoplancton (10—15%).

Și asociația palinologică a stratelor de Straja are o importantă participare a angiospermelor — 60% —, dar elementul *Normapolles* arată o vădită retragere; în schimb, se observă o creștere a elementelor grupelor *Postnormapolles* și *Prearctoterțiar*. Gimnospermele joacă un rol redus (10—65%). Sporii au o pondere importantă (10—20%), iar participarea fitoplanctonului este mai redusă, în raport cu stratele de Izvor (10%).

Eocenul este mult mai bine cunoscut paleobotanic, în raport cu epoca precedentă. De la diferite nivele se cunosc asociații de macro- și microfloră.

M a c r o f l o r a eocenă (amprente foliare, lemne fosile, semințe și fructe), de o mare varietate, este cunoscută din S.U.A., Anglia, Belgia, R. F. Germania, R. D. Germană, U.R.S.S. etc.

[1] G. S a p o r t a, A. F. M a r i o n, „Révision de la flore, héersienne de Gelinden", Mém. Acad. roy. de Belgique, t. 41, Bruxelles, 1978.

[2] L. O l a r u, „Cercetări asupra distribuției stratigrafice a microflorei în Flișul Paleogen dintre Valea Bistriței și Trotuș", Memorii, Inst. Geol. Geof., XXVII, București, 1978.

F. Stockmans (1936, 1943)[1] a descris din eocenul împrejurimilor Bruxelles-ului numeroase trunchiuri fosile atribuite la: *Taxodioxylon sequoianum, Podocarpoxylon bruxellense, Palmoxylon belgicum, P. peniselianum, P. vasculosum, P. obbruxellense, Plataninium obbruxellense* ş.a.

H. Gottwald (1966)[2], pe baza unei colecţii de lemne fosile, a descris din eocenul mediu, cu cărbuni, de la Helmstedt — R. F. Germania, următorii taxoni: *Pinusxylon, Taxodioxylon, Podocarpoxylon, Quercoxylon, Myrtoxylon, Palmoxylon.*

N. M. Makulbekov (1972)[3] a identificat, în Kazahstanul de Nord, o bogată floră fosilă, atribuită eocenului superior. Pe baza amprentelor foliare studiate, el distinge două tipuri de complexe floristice.

Primul, reprezentat prin flora de Karasov, este caracterizat de predominanţa quercineelor primitive *(Dryophyllum, Castanopsis, Lithocarpus),* alături de care apar diferiţi reprezentanţi ai familiei Lauraceae. Corespondenţii actuali ai plantelor fosile se regăsesc în regiuni subtropicale şi, în parte, tropicale ale Asiei de SE. Flora de Karasov, conchide autorul, vegeta în condiţiile unui climat subtropical, cu 800—1 200 mm precipitaţii medii anuale şi o temperatură medie de 15—20°C.

Al doilea complex floristic este reprezentant în Kazahstanul de Nord prin florele eocene superioare de la Takîrsov şi Jamantur. Autorul determină cîteva specii xerofile de *Quercus,* conifere şi multe frunze coriacee şi înguste de dicotiledonate (aparţinînd la Myrtaceae, Aquifoliaceae, Santalaceae, Celastraceae). Makulbekov consideră că cel de-al doilea complex floristic are multe caractere comune cu vegetaţia xerofilă din Mexicul central. Precipitaţiile medii anuale au fost estimate la 500—800 mm, iar temperatura medie era de cca 20°C.

În lucrarea lui K. Magdefrau (1968)[4] găsim o expunere sintetică asupra paleoflorei de la Geiseltal — R. D. Germană. Acest zăcămînt aparţine eocenului mediu şi este foarte cunoscut prin bogăţia de fosile (plante şi animale). Pe de altă parte, la Geiseltal se cantonează rezerve considerabile de cărbuni bruni, exploatabili la zi prin cariere. Flora, fauna, ca şi cărbunii sînt tot atîtea argumente, care susţin că în eocenul mediu era o climă de tip tropical umed. În condiţiile respective prospera o pădure luxuriantă mixtă (Taxodiaceae, Palmae, Symplocaceae, Icacinaceae etc.), din care au luat naştere bogatele zăcăminte de cărbuni de care am amintit.

În eocenul mediu din Ungaria (E. Kovacs, 1959, 1961, 1968) regăsim o vegetaţie asemănătoare cu cea prezentată din R. D. Germană.

[1] F. Stockmans, „Végéteaux éocènes des environs de Bruxelles", Mém. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique, t. 76, 100, Bruxelles, 1936, 1943.

[2] H. Gottwald, „Eozäne Hölzer aus der Braunkohle von Helmstedt", Paleont. B, 119, Stuffgart, 1966.

[3] N. M. Makulbekov, „Eocene Flora of the North Kazakhstan", Akad. of Sc. Alma Ata, 1972.

[4] K. Mägdefrau, „Paläobiologie der Pflanzen", Gustav Fischer Verlag, Jena. 1968.

Dealtfel, zăcămintele de cărbuni din bazinele Dorog, Tatabanya, Dudar, în cea mai mare parte, aparţin eocenului mediu.

În România, din eocenul mediu de la Gîrbău-Cluj, Petrescu şi Mărgărit (1976)[1] au descris o macrofloră cuprinzătoare, alcătuită din peste 50 de taxoni. Materialul foliar fosil provine de la asociaţii vegetale diferite d.p.d.v. ecologic. La Gîrbău existau păduri-galerii (palmieri, miricacee, lauracee), care treceau în zona de ţărm într-o asociaţie de tipul mangrovelor (*Acrostichum* este o ferigă tipică de mangrove)[2]. Spre regiunile mai înalte, pădurile-galerii erau dominate sau treceau spre păduri mezofile (palmieri, fagacee, leguminoase arborescente, *Eugenia, Aralia* etc.). Spre interiorul continentului, vegetaţia era dominată de arbuşti cu frunze coriacee, dinţate, xerofitice (*Zizyphus, Ilex, Sapotaceae, Myrtaceae* etc.), care mai departe erau înlocuiţi tot mai mult de o vegetaţie ierboasă. Se apreciază că în eocenul din Transilvania de NV vegetaţia a suportat două momente xerofitice, care corespund cu sedimentarea celor două serii de gipsuri (inferioare şi superioare).

Microflora eocenului este cunoscută din numeroase aflorimente şi foraje, atît din Europa, cît şi din cele două Americi şi Asia.

În lucrarea lui Graus-Cavagnetto (1976)[3] găsim o prezentare sintetică a evoluţiei palinomorfelor paleogenului din Anglia de sud.

Pentru eocenul inferior (ypresian), dezvoltat în faciesul de „London Clay", palinoflora arată o dezvoltare a taxodiaceelor în toată seria de London Clay, o frecvenţă a fagaceelor *(T. microhenrici, cf. Quercus),* forme *Carya*-oide, tiliacee — spre baza seriei — şi o frecvenţă a lui *T. cingulum* — spre partea terminală. Fitoplanctonul, frecvent mai ales în partea terminală, este de tip *Hytricosphaera.*

Pentru eocenul mediu (luteţian), din Bazinul Hampshire, nivelul cu *Nummulites laevigatus*, dominant este polenul tricolporat (26%), polenul de palmieri (12%), *Plicatopollis* (juglandaceu primitiv) şi spori (7%). Fitoplanctonul este rar (7%) în ansamblul microflorei.

Pentru partea bazală a eocenului superior (bartonian) fitoplanctonul este ceva mai abundent decît în eocenul mediu (15%). Polenii cei mai bine reprezentanţi sînt cei tricolporaţi — 27% (mai ales *T. cingulum*), apoi *Plicatopollis,* care a cunoscut o dezvoltare considerabilă (17%); în schimb, palmierii sînt în regres (1%).

Microflora eocenă din Ungaria este bine cunoscută îndeosebi prin lucrările lui M. Kedves (1960—1969), Krivan-Hutter (1961—1964) şi L. Rakosi (1960—1973). Vom lua în discuţie aprecierile palinologice ale lui L. Rakosi (1973)[4] privind eocenul din Bazinul Dorog.

[1] I. Petrescu, Gh. M. Mărgărit, „Flora eocenă de la Gîrbău-Cluj", D. S. Inst. Geol., Geof., s. Paleontologie, LXII, Bucureşti, 1976.

[2] Aceluiaşi tip de vegetaţie îi reveneau şi palmierii *Nypa,* dovediţi palinologic.

[3] Graus-Cavagnetto, „Étude palynologique du Paléogène de Sud de l'Angleterre", Cahier de Micropal., 1/1976, Paris, 1976.

[4] L. Rakosi, „Palynologie des formations paléogènes du Bassin de Dorog", A. M. All. Földt. Int. Évk., LV, 3, Budapest, 1973.

Autorul amintit, fără să intre în detalii cronostratigrafice, departajează următoarele asociații în cadrul eocenului din bazinul cu cărbuni amintit:

1) O asociație cu vegetație primară:
   — Subasociația cu *Cicatricosisporites dorogensis;*
   — Subasociația cu *Leiotriletes adriensis pseudomaximus;*
   — Subasociația cu *Ovoidites ligneolus;*
   — Subasociația cu briofite.
2) O asociație bogată în vegetație de mlaștini silvestre cu palmieri:
   — Subasociația mlaștinii silvestre cu palmieri eutrofi;
   — Subasociația mlaștinii puțin adînci cu pteridofite;
   — Subasociația mixtă a pădurii silvestre de coastă cu palmieri și miricacee;
   — Subasociația mixtă a mlaștinii adînci și a mlaștinii silvestre.
3) O asociație de mlaștină silvestră semiterestră.
4) O asociație cu specii de microplancton.
5) O asociație cu strate cu microplancton marin.

În ceea ce privește România, microflora eocenă este mai puțin cunoscută. Pentru început facem apel la datele comunicate de Pop și Petrescu (1971)[1], privind lutețianul superior de la Morlaca-Huedin. În asociație se constată o participare însemnată a sporilor (Gleicheniaceae, *Lygodium*, diferite Polypodiaceae ș.a.), ceea ce indică existența unui climat umed. Coniferele (Taxodiaceae, Pinaceae) nu erau prea numeroase. Angiospermele dicotiledonate erau cele mai numeroase și în cadrul lor remarcăm ca fiind frecvente: fagaceele *(T. cingulum)*, sterculiaceele (*T. semiglobosum*), juglandaceele (*Tetracolporopollenites* div. sp.). Sînt frecvente mai multe tipuri de palmieri (de ex. *Monocolopoll. tranquillus*), inclusiv *Nypa*. S-a apreciat că pentru lutețianul superior din NV Transilvaniei paleoclimatul era de tip tropical-subtropical musonic (asemănător cu cel actual din Vietnam și China de Sud), fără să fi avut un caracter net tropical. Probabil că temperatura medie anuală să fi fost în jur de 22—23°C, cu precipitații medii anuale de 1 000—1 200 mm. (Precizăm că asociația microfloristică identificată corespunde cu o scurtă secvență de la finele lutețianului superior cînd la Morlaca au fost condiții pentru acumularea unor mici lentile de cărbuni).

Un profil palinologic mai complet îl găsim în lucrarea, deja menționată, a lui Olaru (1978), care stabilește asociații palinologice pentru eocenul inferior, mediu și superior.

Complexul eocenului inferior se caracterizează printr-o reducere a elementului *Normapolles*. În locul formelor vechi, dispărute în mare parte, se dezvoltă cu mai mare vigoare flora tipică eocenă, laurofilă, de climat cald și umed. Această floră eocenă paleotropicală (*Postnormapolles*) reprezintă cca 50% din întreaga asociație floristică (aici aparțin familiile Onagraceae, Myrtaceae, Myricaceae, Palmae, Magnoliaceae, Sapotaceae, Araliaceae, Juglandaceae-pr.p. ș.a.). Elementul arctoterțiar (Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae-pr.p. ș.a.) este prezent cu forme tipice. Gimnosper-

[1] Gh. Pop, I. Petrescu, „Cercetări palinologice asupra eocenului de la Morlaca-Huedin, cu privire specială asupra condițiilor paleoclimatice", în vol. „Progrese în Palinologia românească", Edit. Academiei, București, 1971.

mele sînt puține la număr, fiind reprezentate prin forme eocene de Podocarpaceae, Taxodiaceae, Pinaceae ș.a. Și în cadrul microfitoplanctonului s-au petrecut modificări: au apărut specii noi ale genurilor *Cordosphaeridium, Hystricodinium, Wetzeliella* etc.

Complexul eocenului mediu conține o bogată și diversă microfloră, ce se caracterizează prin predominarea mai accentuată a elementului floristic eocen paleotropic al grupului *Postnormapolles*, care este asociat cu elementul floristic arctoterțiar și el în ascensiune. Elementul floristic *Normapolles* primitiv, de tip cretacic, este într-un permanent declin, fiind reprezentat în acest complex palinologic prin cîteva genuri și specii fără importanță stratigrafică.

În complexul eocenului superior, angiospermele domină; dintre acestea tot cele din grupa Postnormapolles sînt mai numeroase și predominante. Elementele arctoterțiare revin, îndeosebi, familiilor Betulaceae, Fagaceae, urmate de polen de *Carya, Tilia* ș.a. Creșterea numărului angiospermelor moderne arctoterțiare s-a făcut pe seama angiospermelor primitive de tip Normapolles; acestea de pe urmă mai apar în eocenul superior cu 2—3 specii, fără importanță stratigrafică. Sporii, destul de variați și în număr considerabil, aparțin familiilor Schizeaceae (*Lygodium*), Polypodiaceae, Pteridaceae, Osmundaceae. Gimnospermele sînt reprezentate asemănător ca și în eocenul mediu. Microfitoplanctonul este relativ bogat, destul de variat ca genuri și specii, fiind mai frecvente formele genurilor: *Hystricosphaera, Hystricosphaeridium, Cordosphaeridium, Wetzeliella* ș.a.

Oligocenul este bine studiat și cunoscut d.p.d.v. macro- și microfloristic. Macroflora terenurilor oligocene din Franța, Italia, R.F. Germania, Cehoslovacia, Ungaria, Iugoslavia, Bulgaria etc. este cercetată amănunțit.

Din Franța aducem în discuție paleoflora stampiană (oligocen mediu), studiată de Grangeon (1958)[1], formată din: *Abies, Sabal, Alnus, Quercus, Castanea, Carpinus, Engelhardtia, Laurus, Oreodaphne, Cinnamomum, Magnolia, Pistacia, Rhus, Zizyphus, Berchemia, Aralia, Olea, Leguminosae* etc. Se apreciază că în timpul oligocenului mediu, în Franța, era un climat cald, cu perioade secetoase (o medie anuală de 22—24°C).

Flora oligocenului superior din Ungaria este cunoscută îndeosebi datorită lui G. Andreanszky[2], care în 1966 a prezentat monografic o bogată colecție de amprente foliare. Predomină asociații tropical-mezofile (fagacee exotice, lauracee ș.a.), alături de care apar multe elemente temperate (*Carpinus, Ulmus* etc.), ce vegetau, probabil, pe pantele nordice. Nu lipsesc nici dovezi ale unor degradări xerofitice (*Zizyphus*, Myrtaceae).

În România, macroflora oligocenă este semnalată din mai multe aflorimente și bazine cu cărbuni (Muereasca-Vîlcea, Mățău-Argeș, Bazinul Petroșani, Bazinul Almaș-Agrij, Ortelec-Zalău, Mera—jud. Cluj etc.).

[1] P. Grangeon, „Contribution à l'étude de la flore stampienne de Limagne", Rev. Sc. Nat. d'Auvergne, 24, 1—4, Cl. Ferrand, 1958.

[2] G. Andreanszky, „On the Upper Oligocene Flora of Hungary", Akad. Kiadó, Budapest, 1966.

Pentru oligocenul inferior vom aduce ca exemplu macroflora din stratele de Mera-NV Transilvaniei (Mészáros, Petrescu, 1967)[1]. Pădurea de proveniență era subtropicală-mezofilă cu fagacee-lauracee (*Castanopsis, Cinnamomum, Litsea, Laurus* etc.), dar care pe alocuri păstrează și dovezi de xerofitism (*Zizyphus*).

Pentru oligocenul mediu exemplificăm cu flora din stratele de Cetate (pe care le atribuim părții terminale a oligocenului mediu), tot din NV Transilvaniei (I. Petrescu, 1966—1980). Într-o lucrare recentă,[2] de sinteză asupra conținutului paleobotanic a stratelor de Cetate (I. Petrescu, 1980) se arată că stratele de Cetate (sau echivalentele lor) din bazinele Almaș-Agrij au păstrat resturi din pădurile de atunci, care se dovedesc a fi fost de tip subtropical, asemănătoare cu cele din Asia de SE. Majoritatea amprentelor foliare provin din asociații mezofile dominate de lauracee (*Litsea, Cinnamomum, Persea, Daphnogene, Sassafras*) și fagacee exotice (*Dryophyllum, Castanopsis, Lithocarpus, Quercus, Cyclobalanopsis*); alături de acestea s-au mai determinat: *Carpinus, Ficus, Myrica, Juglans, Engelhardtia, Sapindus, Zizyphus, Berchemia* ș.a. Coniferele sînt reprezentate mai ales prin: *Taxodium, Sequoia, Pinus* etc. Aceste păduri puteau trece cîteodată în mlaștini (cu *Taxodium, Nyssa, Engelhardtia*), pe seama cărora s-au format unele strate de cărbuni exploatabili. Dar, în partea cea mai bazală a stratelor de Cetate, imediat peste argilele roșii de Ticu, există dovezi ale unei degradări climatice, spre aridizare, unde domină clar frunzele de *Zizyphus*. Spre aceleași concluzii duc și studiile de lemne fosile, care în cea mai mare parte provin tot din stratele de Cetate (I. Petrescu, 1978)[3].

În ceea ce privește oligocenul superior, am ales flora de la Surduc — Sălaj, cantonată în baza stratelor de Zimbor (I. Petrescu, 1969)[4]. Se poate aprecia că flora respectivă continuă să poarte caracterul unei păduri subtropicale de lauracee-fagacee exotice, cu afinități spre cele din Asia de SE, dar cu schimbări calitative la nivel de specii. În plus, în flora studiată au o pondere mare amprentele foliare înguste, cu marginile denticulate și coriacee — indici de aridizare a paleoclimatului în această parte a țării noastre, în secvența analizată. (De fapt, această perioadă de aridizare intervenea între două depuneri succesive de strate de cărbuni, după cum arată litologia aflorimentului respectiv). Nu trebuie pierdut din vedere nici faptul că în oligocenul superior se fac tot mai simțite elementele noi, arctoterțiare (*Carpinus, Alnus, Ulmus* ș.a.), care vor căpăta o pondere sporită în neogen. În schimb, elementele paleotropicale regresează, fenomen și mai vizibil în mio-pliocen.

[1] N. Mészáros, I. Petrescu, „Pflanzenreste von der Basis unteroligozäner Sandsteinschichten von Mera (Rumänien)", Geologie, 16, 4, Berlin, 1967.

[2] I. Petrescu, „Asupra unei mlaștini cu Taxodium în Oligocenul din NV Transilvaniei", Muzeul Brukenthal, Studii și Comunicări, 24, Sibiu, 1980.

[3] I. Petrescu, „Studiul lemnelor fosile din Oligocenul din NV Transilvaniei", Memorii, Inst. Geol., Gf, XXVII, București, 1978.

[4] I. Petrescu, „Allgemeine Betrachtungen der oligozynen Flora von Surduc (NV Rumäniens), N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 4, Stuttgart, 1969.

Microflora oligocenului se cunoaşte bine din multe regiuni ale Europei. Dintre lucrările mai recente sînt de menţionat cele ale lui Sittler, Schuler (1971)[1], Gorin (1975)[2], Chateauneuf (1977)[3] etc.

Pentru oligocenul inferior aducem în discuţie analizele palinologice efectuate de Roche, Schuler (1976)[4]. Autorii amintiţi determină o listă lungă de poleno-spori şi consideră ca fiind mai importanţi:

Leiotriletes maxoides maxoides Kr.*
L.m. maximus Kr.
Undulatisporites div. sp.
Retitriletes frankfurtensis Kr.
Bifacialisporites rugulatus Roche-Schuler*
B. retirugulatus Roche-Schuler*
Aglaoreidia cyclops (Erdtman) Fowler*
Graminiidites fsp.
Triatripollenites engelhardtioides Roche (d)
T. platycaryoides Roche (d)
*Caryapollenites simplex simplex** (Pot.-Ven.) Kr.
Intratriporopollenites instructus instructus Mai*
Corsinipollenites oculus-noctis Nakoman*
Orapollis potsdamensis Kr.
Dicolpopollis kockeli Pflanz
Psilatricolporites megaexactus bruhlensis (Th.-Pf.) Roche-Schuler
Scabratricolporites fusiforme Roche-Schuler
S. edmundi (Th.-Pf.) Roche-Schuler
Scabratricolporites div. sp. (Araliacee)
Verrutricolporites theacoides Roche-Schuler
Retitricolporites oleoides Roche-Schuler
R. germeraedi Roche-Schuler
R. jeanninae Roche-Schuler
Psilastephanocolporites mimusopsoides Roche-Schuler

Sporomorfele însemnate (*) sînt considerate de autori ca fiind cele mai caracteristice; s-a notat cu „d" polenul dominant cantitativ. La lista de mai sus trebuie adăugat *Boehlenispollis hohli,* caracteristic stampianului, cît şi diverse specii de *Pityosporites,* a căror abundenţă este una din caracteristicile terţiarului, începînd cu oligocenul.

L. Rákosi (1973) stabileşte pentru oligocenul din Bazinul Dorog o asociaţie de polen de conifere bisacate, în cadrul căreia separă:

— în bază, o zonă a mlaştinilor silvestre, în care abundă elemente floristice tropicale, inclusiv forme eocene; în partea terminală se remarcă o frecvenţă mai sporită a polenului de Taxodiaceae-Cupressaceae;

— zona cu remanieri, caracterizată prin redepozitarea de palinomorfe mezozoice;

[1] Cl. Sittler, M. Schuler, „Comparaison palynologique de dépôts oligo-miocènes des Limagne et du Bassin de Manosque", Mém. BRGM, 18, 2, Orléans, 1971.

[2] G. Gorin, „Étude palynologiques des sédiments paléogènes de Grande Limagne", Bull. BRGM, 79, 3, Orleans, 1975.

[3] J. J. Chateauneuf, „Étude palynologique de l'Oligocêne du Bassin de Marseille", Géol. Médit., IV, 1, Marseille, 1977.

[4] E. Roche, M. Schuler, „Analyse palynologiques de divers gisements du Tongrien de Belgique" Service Géol. de Belgique. Prof. Paper, 11, Bruxelles, 1976.

— o zonă cu vegetație dominată de arbori foioși (cu frunze căzătoare); se remarcă frecvența polenului de *Triatripollenites coryphaeus microcoryphaeus* și *Tr. microhenrici intrabaculatus*. Autorul amintit apreciază că primele zone aparțin oligocenului mediu, pe cînd ultima (cu arbori foioși) revine oligocenului superior.

Pentru România, microflora oligocenă este cunoscută din mai multe aflorimente și foraje. Pentru început vom aminti o lucrare cu caracter general, în care se prezintă asociațiile de poleno-spori din oligocenul Transilvaniei de NV (Petrescu, 1972)[1].

Din oligocenul inferior s-au analizat cîteva secvențe argiloase ce provin din stratele de Mera. Spectrul sporo-polinic arată următoarea participare a marilor grupe botanice: ferigi — 16%, conifere — 20%, efedracee — 4%, angiosperme-dicotiledonate — 56%, monocotiledonate — 4%.

Pentru oligocenul mediu se prezintă raportul dintre diferite grupe sistematice, așa după cum rezultă din analizele efectuate asupra părții inferioare a stratelor de Cetate, ce repauzează imediat peste argilele roșii de Ticu. Se constată o mare cantitate de sporomorfe remaniate din cretacicul superior-paleocen(?) — 42%; formele autohtone sînt în proporție de 58%. Poleno-sporii oligoceni sînt repartizați astfel: ferigi — 6%, conifere — 5%, angiosperme-dicotiledonate — 35%, monocotiledonate — 12%.

Recent Petrescu, 1980, a descris o asociație de poleno-spori bogată, cantonată în partea terminală a stratelor de Cetate și pe care o considerăm ca fiind mai reprezentativă. Palinomorfele determinate sînt redate în tabelul XVII.

Tabelul XVII

Poleno-spori din oligocenul de la Cornești-Aghireș (Cluj)

Ricciosporites sp. +
Leiotriletes asp. microsinusoides Kr. ++
L. maxoides minoris Kr. ++
L. wolffi brevis Kr. +
L. w. wolffi Kr. +
L. microadriensis triplanoid Kedves +
Laevigatisporites haardti (Pot.-Ven.) Th.-Pf. +++
Polypodiaceoisporites lusaticus Kr. +
Polypodiaceoisporites sp. +
Verrucingulatisporites gr. undulatus Nagy +
Verrucingulatisporites sp. +
Verrucatosporites favus (Pot.) Th.-Pf. ++
V. pseudoalienus Kr. +
V. cf. bockwitzensis Kr. +
V. balticus balticus Kr. +
Undulatisporites afirmatus Pf. +
Cicatricosisporites chattensis Kr. +
Podocarpidites podocarpoides (Thiergart) Kr. +
P. libellus (Pot.) Kr. +
P. nageiaformis (Zakl.) Kr. +
Taxodiaceaepollenites verrupapillatus (Trevisan) Petrescu +++
Sequoiapollenites polyformosus Thiergart ++

[1] I. Petrescu, „Caracterele generale ale spectrului sporo-polinic din Oligocenul părții de NV a Transilvaniei", Studia, s. Geol.-Min., 2, Cluj-Napoca, 1972.

S. pilaeligulus Kr. +
Inaperturopollenites concedipites (Wodeh.) Kr. + +
Inaperturopollenites hiatus (Pot.) Th.-Pf. +
Sciadopityspollenites serratus (Pot-Ven.) Thiergart ++
Pinuspollenites labdacus Pot. +++
P. microalatus Pot. +++
Pinuspollenites sp. +
Abiespollenites absolutus Thiergart +
A. cf. microsaccoides Kr. +
Piceapollenites alatus Pot. ++
Tsugaepollenites igniculus major Pot. +
Cedripites sp. cf. densireticulata (Zauer) Kr. +
Ginkgopollenites sp. +
Palmaepollenites tranquillus Pot. ++
P. auriculatus Petrescu +
P. elongatus Petrescu +
Arecipites cf. brandenburgensis Kr. +
Sparganiaceaepollenites polygonalis Thiergart ++
Sparganiaceaepollenites sp. +
Cyperaceaepollenites cf. scholitzensis Kr. +
Milfordia minima Kr. +
Aglaoreidia cyclops Erdtman ++
Magnolipollenites div. sp. +
Ulmipollenites undulosus Wolff ++
Cupuliferoipollenites cingulum Pot. +++
C. liblarensis Thomson ++
Quercoidites microhenrici (Pot.) Pot., Th., Thiergart + +
Q. henrici (Pot.) Pot., Th., Thiergart +
Faguspollenites pseudocruciatus (Pot.) +
Tricolporopollenites villensis (Th.) Th.-Pf. +
Alnipollenites verus Pot. +++
Betulaepollenites betuloides (Pf.) Nagy ++
Ostryapollenites rhenanus (Th.) Nagy +
Carpinuspollenites carpinoides (Pf.) Nagy ++
Coryluspollenites coryloides (Pf.) +
Myricipites rurensis (Pf.-Th.) Nagy ++
M. myricoides (Kremp) Nagy +
Myricipites sp. +
Caryapollenites simplex (Pot.) Pot. ++
Pterocaryapollenites stellatus (Pot.-Venitz) Thiergart ++
Juglanspollenites verus Raatz +
Engelhardtiapollenites punctatus (Pot.) +++
E. microcoryphaeus (Pot.) +++
Engelhardtiapollenites sp. ++
Platycaryapollenites plicatus (Pot.) +
P. uformis Kr. +
P. miocaenicus Nagy +
Chenopidipollenites sp. +
Elaeagnatices hippophaeoides (Kr.) Petrescu +
Sapindaceidites hohli (Kr.) Petrescu +
Ilexpollenites iliacus (Pot.) Thiergart +
I. margaritatus (Pot.) Thiergart +
I. propinquus (Pot.) Pot. +
Symplocospollenites vestibulum (Pot.) Pot. ++
Sapotaceoidaepollenites microrhombus (Pot.) Nagy +
Nyssapollenites kruschi pseudolaesus (Pot.) ++
Rhoipites pseudocingulum (Pot.) Pot. ++
Araliaceoipollenites edmundi (Pot.) Pot. +
Cyrilaceaepollenites megaexactus (Pot.) Pot. ++

BCU CLUJ BABEŞ-BOLYAI UNIVERSITY LIBRARY

Tiliaepollenites insculptus (Mai) Petrescu +
T. instructus Pot.-Ven. +
Ericipites sp. +
Lonicerapollis cf. galwitzi Kr. +
Notă: Palinomorfele cu valoare stratigrafică au fost subliniate. Frecvența fost apreciată ca: ridicată (+++), medie (++) și scăzută (+).

Pentru oligocenul superior exemplificăm cu rezultatul analizelor ce vizează stratele de Zimbor, partea lor bazală, care aflorează în cariera fabricii de cărămidă de la Surduc-Sălaj. Iată participarea marilor grupe sistematice: fungi — 12%, ferigi — 10%, conifere — 25% angiosperme-dicotiledonate — 39%, monocotiledonate — 4%.

Ca o remarcă generală asupra oligocenului din această parte a țării noastre este de menționat reducerea ponderii elementelor paleotropicale, de la oligocenul inferior spre cel superior și creșterea ponderii de participare a celor arctoterțiare, spre finele oligocenului.

L. Olaru (1978) prezintă complexele palinologice din oligocenul flișului Carpaților Orientali, unde pentru oligocenul inferior determină o asociație bogată de poleno-spori, în care identifică multe elemente eocene (exclusiv grupul primitiv *Normapolles*), și unde majoritatea microflorei (50%) este arctoterțiară (subtropicală). Microfitoplanctonul este mult mai redus decît în eocenul superior.

Asociația palinologică a oligocenului mediu din regiunea cercetată este considerată a fi cea mai bogată din întreg oligocenul. Păstrează multe elemente vechi (specifice oligocenului inferior), cît și microfloră „modernizată" (specifică oligocenului superior). Sporii sînt foarte bine reprezentați și aparțin familiilor: Shizeaceae, Polypodiaceae, Gleicheniaceae, Lycopodiaceae, Selaginellaceae ș.a. Angiospermelor paleotropicale le revin 51% și sînt reprezentate prin: Sapotaceae, Myricaceae, Aquifoliaceae, Palmae, Juglandaceae (pr.p) ș.a. (Palmierii au o participare de peste 15%.) Angiospermele arctoterțiare au o participare de 49% (Betulaceae, Fagaceae, Tiliaceae, Juglandaceae-pr.p. ș.a.). Gimnospermele, bogate în Taxodiaceae-Cupressaceae, cuprind multe bisacate. Microfitoplanctonul devine mai bogat, raportat la oligocenul inferior.

Asociația palinologică a oligocenului superior este mai săracă și se caracterizează prin predominarea elementelor arctoterțiare (*Betula, Corylus, Quercus, Carpinus, Tilia* ș.a.). Multe din aceste elemente vor fi și mai bine reprezentate în miocen.

Pentru unitățile geologice de pe teritoriul românesc la nivelul paleogenului au fost conturate asociațiile palinologice caracteristice, unele investigate pentru hidrocarburi (v. schema II anexată).

4.2. NEOGENUL

Schimbările paleogeografice și paleoclimatice ce au intervenit odată cu neogenul au determinat prefaceri considerabile în paleoflora, ce pot fi constatate cu ușurință atît în macro- cît și în microfloră. Aprecierile

paleoclimatice și stratigrafice ce decurg din studiul florei fosile pretind, mai mult ca oricînd, luarea în considerare a unor asociații cît mai complete, în care trebuie neapărat să se aprecieze participarea cantitativă.

Se poate face următoarea apreciere cu caracter general: elementele floristice termofile vor avea o participare din ce în ce mai subordonată elementelor temperate, de la baza spre finele neogenului. În același sens se constată și o scădere a mediei anuale a temperaturii.

Macroflora neogenă este bine studiată și există multe aflorimente cu sute de taxoni identificați. Dintre foarte numeroasele monografii semnalăm pe cele privind flora neogenă din Franța Centrală (P. Grangeon, 1958)[1] și flora sarmațiană din Toscana — Italia (W. Berger, 1957)[2] — în general de tip subtropical, cu multe individualizări locale. Nu vom intra aici în detalii, căci macroflora neogenă a Europei este, în linii generale, foarte asemănătoare cu cea din România — pe care o vom prezenta mai amănunțit.

Pentru partea bazală a miocenului inferior aducem în discuție macroflora de la Tihău-Sălaj (I. Petrescu, 1969)[3]. Pădurea era dominată de Juglandaceae (*Carya, Juglans*), urmate de Aceraceae, Ulmaceae, Lauraceae ș.a. Asociația indică o asemănare a pădurii fosile cu swamps-urile nord-americane atlantice. Se apreciază că paleoclimatul a fost de tipul celui subtropical (cu o medie anuală de pînă la 18°C), cu un regim bogat de precipitații (1 200 mm/an). Spre aceleași concluzii duc și analizele polinice.

Pe parcursul miocenului flora a evoluat mult, citeodată căpătînd pondere elementele xerofile (ca în sarmațianul inferior al Bazinului Panonic), alteori cele ale mediului respectiv de sedimentare (mlăștinos).

Microflora neogenului a constituit obiectul a sute de lucrări, uneori cu caracter monografic (de ex. E. Nagy, 1969)[4].

Rezultate recente ale cercetătoarei Eva Planderova (1978)[5], privind orizontarea microfloristică a neogenului din Paratethysul Central, sînt redate în tabelele nr. XVIII și nr. XIX.

Microflora neogenului din România este destul de bine cunoscută dintr-o serie de aflorimente. Pentru miocenul bazal dăm exemplu același afloriment de la Tihău, deja amintit, unde s-a identificat o asociație microfloristică, care susține existența unei mlaștini silvestre, de tipul swaps-urilor nord-atlantice americane, în care se remarcă numeroase

[1] P. Grangeon, „Contribution à l'étude de la paléontologie végétale du Massif du Coiron", Thèse, Cl. — Ferrand, 1958.

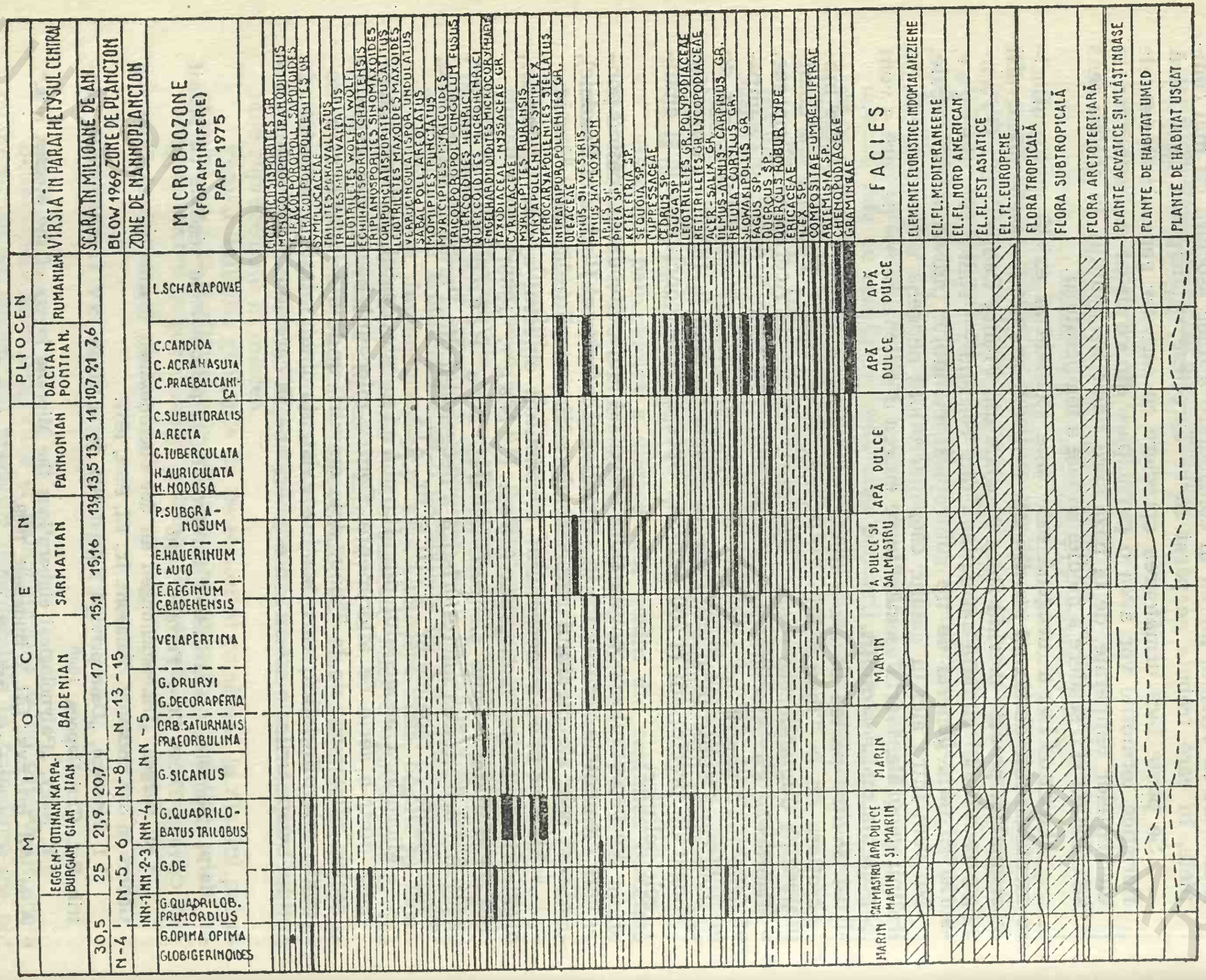
[2] W. Berger, „Untersuchungen an der obermiozänen (Sarmatischen) Flora von Gabbro in der Toskana", Palaeont. It., LI, Pisa, 1957.

[3] I. Petrescu, „Date privind flora fosilă de la Tihău (NV Transilvaniei)", Contrib. Bot., Cluj-Napoca, 1969.

[4] E. Nagy, „Palynological elaborations the Miocene layers of the Mecsek Mts.", A. M. Áll. Int. Evk., LII, 2, Budapest, 1969.

[5] E. Planderova, „Microflorizones in Neogene of Central Paratethys", Zapadne Karpaty, s. Geologia, 3, Bratislava, 1978.

Palizone în miocenul şi pliocenul din arealul Paratethysului (după E. Planderova, 1979) Tabelul XVIII



Asociațiile de spori-polen întîlnite în Paratethysul Central

Palinomorfe	Palinozone							
	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VIII
Leiotriletes wolffi W. Kr.	×××	××	××	××	×××			
L. maxoides maxoides W. Kr.	×××	××	×					
L. adriensis pseudomaximus W. Kr.	××	×						
L. microlepidoides W. Kr.				×	×	××	××	×
Laevigatisporites neddeni R. Pot. *torus* Th.—Pf.	×	×××	×××	×	×××	×	×××	×
L. haardti Th.—Pf.	××	×××	××	××	×××	×××	×××	
Verrucatosporites favus Th.—Pf.	××	×××	×					
V. alienus Pf.—Th.	×	×	××	×××				
Triplanosporites sinomaxoides W. Kr.	×××	×						
Verrucingulatisporites undulatus Nagy	×	×						
V. granulatus batizonatus M. Kr.	×××							
V. granulatus W. Kr.					×			
Toripunctisporites lusaticus W. Kr.	×							
Baculatisporites quintus Pf.—Th.	×××		×××	××	×××	××	×××	
B. nanus nanus W. Kr.	××	×××	×××	××	×××	×		
Polypodiaceoisporites fsp.	×	×	×					
P. gracillimus W. Kr.					×××			
Stereisporites stereoides stereoides (Pot.—Ven.)	××		×	××	×	××		
S. cf. magnoides W. Kr.	××	×						
Equisetum sp.		×	×××	××	×	××		
Laevigatisporites nutidus nutidus W. Kr.					×	×		
Stereisporites microgranulatus W. Kr.					×	×		
Trilites corruvallatus W. Kr.	×	××						
T. asolidus W. Kr.	×	×××	××	×				
T. paravallatus W. Kr.	×××	×××						
T. multivallatus W. Kr.	×	×××						
Echinatisporites chattensis W. Kr.	×							
Retitriletes pseudoclavatus W. Kr.					×××	××	×	
R. reticuloides reticuloides W. Kr.				×	×××	××	×	
R. duplusduplus W. Kr.					×××	×	×	
R. aregularis W. Kr.					×××			

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul XIX (continuare)

Palinomorfe	Palinozone							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
R. moravensis W. Kr.				×	×	×		
Lycopodium selago L					×	×		
Lycopodiaceae	×	×	×××	××	×××	××	×××	×
Selaginella sp.			×	×	×	×	×	
Microtyriaceae	×		×					
Phragmotirites								
Pinus haploxylon	×××	××	×××	×××	××	×		
P. silvestris	×	×		×××	×××	××	×××	××
Tsugaepollenites igniculus (Pot.) Pot.—Ven.	×	××		×	××	×	×	
T. viridifluminipites Wodeh.	×	×			××		××	
Abies sp.		×	×	××	×××	×××	××	
Picea sp.	×	××	××		×××		×××	××
Cedrus sp.	×	×	××	×	×××		×××	
Keteleeria sp.						×	×	
Dacrydium sp.	×			×	××			
Taxodiaceaepollenites sp.	×××	×××	××	××	×××	××		
Ginkgo sp.	×	××		×				
Inaperturopollenites dubinus (Pot.—Ven.) Pf.—Th.	××	×××			×××	××		
I. magnus (Pot.—Ven.) Pf.—Th.		××			×××	×		
Sequoiapollenites polymorphosus Thierg.		×			×××	×		
Glyptostrobus sp.	×	××			×			
Sciadopityspollenites serratus (Pot.—Ven.) Raatz		×			×××		×××	
Ephedripites treplinensis Kr.	×			×××	×××	××	×××	×
Cupressaceae						×		×
Ephedra distachia		×						×
Psophosphera pseudotsugoides Kr.								
Sabalpollenites areolatus (Thierg.) Pf.	×××	×	×					
Magnolipollis magnolioides Kr.	×							
M. micropunctatus Kr.	××							
M. neogenicus neogenicus Kr.	×							
Nupharipollis minor Kr.	×	×	×					

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Palinomorfe	Palinozone							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
Liridodendroipollis semiverrucatus minor Kr.	×							
Betullepollenites betuloides (pf.) Nagy	×	×	××	×××	×××	×××	×××	××
Alnipollenites verus Pot.	×××	×	××	×××	×××	×××	×××	×
Engelhardtioidites microcoryphaeus Pot.	×××	×××	×××	×××	××			
Momipotes punctatus (Pot.) Nagy	×××	×××	×	×	××			
Myricipites rurensis (Pf.—Th.—Nagy)	×××	×××	×××	×××	××	×	×	
M. plicatus (Pf.—Th.) Nagy	×××	×	×	×				
Ulmipollenites undulosus Wolff	×××	×	×××	×××	×××	×	×	×
Caryapollenites simplex (Pot.) Pot.	×	×××	××	××	×××	××	×	
Pterocaryapollenites stellatus (Pot.—Ven.) Thierg.	×	×	×	×××	××	××	×	
Carpinuspollenites carpinoides (Pf.) Nagy	×	××	×××	×××	×××	××	×	
Juglanspollenites verus Raatz	×	×××	×	××	×××	××		
Zelkovaepollenites potoniei Nagy	×	×	××	××	××	×	×	
Ostryapollenites rhenanus Thomson	×	×	××	××	××			
Intratriporopollenites instructus (Pot.) Mai				××	××			
Intratriporopollenites cordataeformis (Wolff) Mai					×	××	×	
I. polonicus Mai						×		
Malvacearumpollenites sp.							×	
Platycaryapollenites sp.	×		×××	××	×			
Triporopollenites coryloides Pf.					××	×××	×××	×
Quercoidites henrici Pot.	××	×	×					
Q. microhenrici Pot.	×	×××	×	×	××	××		
Quercopollenites robur — tipic				×	×	××		
Q. petrea — tipic					××	×××		
Tricolpopollenites spinosus Pot.	×	××						
T. liblarensis Pf.—Th.	×	×	×	××				
Faguspollenites f. *minor*				×	×××	×	×××	×
F. f. *maior*					×	×	×××	×
Slowakipollis hippophaeoides Kr.	×	×	×	×	×××	×××	×××	×
S. elaeagnoides Kr.			×	×	×××	×	×××	×
Salixpollenites sp.				×	×××	×××	×××	×××

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul XIX (continuare)

Palinomorfe	Palinozone							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Aceripollenites rotundus Nagy					×××	×××	×××	×
Rhoipites pseudocingulum Pot.	×	×	××	×	×			
Tricolporopollenites cingulum (Pot.) Pf.—Th.	×××	×	×	×	×××	×××	×	×
Cyrilaceaepollenites megaexactus Pot.	×××	×××	×××	×	×			
Tetracolporopollenites sapotoides Pf.—Th.	×××	×××	×	×				
Porocolpopollenites vestibulum (Pot.) Th.—Pf.	×	×××	×	×				
Nyssapollenites kruschi Pot.	×××	×××	×××	×××	××	×		
Araliaceoidaepollenites edmundi Pot.				×	×	×		
Liquidambarpollenites stigmosus Pot.			×	×	×××	×		
L. styracifluaeformis Nagy			×	×	×			
Tricolporopollenites asper (Th.—Pf.) Kr.	×	×	××	×××	×××	×××	××	×
Pollenites laesus Pot.			×	×	×××	×	×	
Ilexpollenites margaritatus (Pot.) Pot.	×	×	×	×××	×	×××	×	
I. propinquus (Pot.) Pot.				×	×	×		
I. iliacus (Pot.) Pot.	×	×	×	×			×	×
Tricolporopollenites marcodurensis Pf.—Th.		×	×	×	××	×	×	
Oleaceae					×××	××	×	
Chenopodipollenites multiplex Weyl.—Pf.					××	×××	×××	×××
Monogemmites pseudosetarius Kr.								×××

Frecvența palinomorfelor: scăzută (×), medie (××) și ridicată (×××). Palinozone: I (Egerian—Eggenburgian inf.), II (Eggenburgian sup.—Ottnangian), III (Karpatian—Badenian inf.), IV (Badenian sup.—Sarmațian inf.), V (Sarmațian mediu și sup.), VI (Sarmațian sup.—Pannonian), VII (Ponțian—Dacian), VIII (Romanian).

BCU IAȘI / CENTRUL UNIVERSITY LIBRARY

Asociațiile de spori-polen din formațiunile miocene traversate de foraje din bazinul Caransebeș

Nr. crt.	Numele palinomorfelor	Badenian inf.	Sarmațian inf.
0	1	2	3
1	*Ephedriplanctonites sp.*	×	+++
2	*Sphagnumsporites* cf. *intrareticulatus* (Kr.) Petrescu	×	
3	*Leiotriletes microlepioidites* Kr.	×	
4	*L. maxoides* Kr.	++	
5	*L. sp. sinusoides* Kr.	++	
6	*Triplanosporites sinomaxoides* Kr.	++	
7	*Neogenisporis sp.*	×	
8	*Laevigatisporites haardti* (Pot.—Ven.) Th.—Pf.	+	×
9	*L. gracilis* Wilson—Webster	×	
10	*Verrucatosporites favus* (Pot.) Th.—Pf.	××	×
11	*V. pseudoalienus* Kr.	+	
12	*Polypodiaceoisporites gr. gracillimus* Nagy	+	
13	*P. triangulus* Kr.	×	
14	*P. cyclocingulatus* Kr.	++	
15	*P. lusaticus* Kr.	++	
16	*Polypodiaceoisporites sp.*		+
17	*Verrucingulatisporites miocaenicus* Nagy	×	
18	*Lygodioisporites multivallatus* (Pf.) Nagy	++	
19	*L. paucivallatus* (pf.) Nagy	+	
20	*L. microvallatus* (Kr.) Petrescu	+	
21	*L. asolidus* (Kr.) Petrescu	+	
22	*L. bejui* Petrescu	+	
23	*Gleicheniidites sp.*	+	
24	*Cicatricosisporites chattensis* Kr.	+	
25	*Osmundasporites primarius* (Wolff) Dokt.—Hrebn.	+	
26	*O. quintus* (Th.—Pf.) Petrescu	+	+
27	*Sequoiapollenites polymorphosus* Thierg.	+	+
28	*S. megaligulus* Kr.	+	+
29	*Inaperturopollenites hiatus* (Pot.) Th.—Pf.	+	+
30	*I. concedipites* (Wodeh.) Kr.	+	
31	*Taxodiaceaepollenites verrupapillatus* (Trev.) Petrescu	+	+
32	*Sciadopityspollenites serratus* (Pot.) Thierg.		+
33	*Podocarpidites libellus* (Pot.) Kr.	+	
34	*P. podocarpoides* (Thierg.) Kr.	+	
35	*Podocarpidites embryonalis* Kr.	+	
36	*P. macrophylliformis* Nagy	+	
37	*Abiespollenites* cf. *sibiriciformis* (Zakl.) Kr.	×	
38	*Abiespollenites sp.*	+	
39	*Keteleeriapollenites sp.*	+	
40	*Cedripites sp.*	++	+
41	*C. lusaticus* Kr.	×	
42	*C.* cf. *insignis* (Stelmak) Petrescu	×	
43	*Pinuspollenites microalatus* Pot. (Haploxylon)	++	+
44	*P. labdacus* Pot. (Diploxylon)	+++	+
45	*P.* cf. *strobiformis* (Zakl.) Petrescu	+	
46	*Piceapollenites alatus* Pot.	++	+
47	*Tsugaepollenites igniculus minor* Pot.	+	+
48	*T. i. major* Pot.		+
49	*T. viridifluminipites* (Wodeh.) Pot.	+	+
50	*Ephedripites* (D.) *bernheidensis* Kr.	+	

0	1	2	3
51	*Ephedripites sp.*	+	
52	*Magnolipollis sp.*	×	
53	*Engelhardtiapollenites punctatus* (Pot.)	++	++
54	*E. microcoryphaeus* (Pot.)	++	+
55	*Platycaryapollenites miocaenicus* Nagy	+	+
56	*Caryapollenites simplex* (Pot.) Pot.	++	++
57	*Pterocaryapollenites stellatus* (Pot.—Ver.) Thierg.	++	+
58	*Juglanspollenites verus* Raatz	×	×
59	*Myricipites rurensis* (Pf.—Th.) Nagy	++	+
60	*Myricipites sp.*	+	
61	*Quercoidites microhenrici* (Pot.) Pot.—Th. Thiergh.	+	+++
62	*Q. henrici* (Pot.) Pot.—Th.—Thiergh.	+	++
63	*Cupuliferoidaepollenites cingulum* (Pot.) Pot.	++	++
64	*C. liblorensis* Thomson	+	+
65	*Faguspollenites verus* Raatz	++	++
66	*F. pseudocruciatus* (Pot.) Petrescu	+	
67	*Faguspollenites sp.*	++	++
68	*Betulaepollenites betuloides* (pf.) Nagy	+	++
69	*Alnipollenites verus* Pot.	+	+
70	*Coryluspollenites coryloides* (Pf.)	+	+
71	*Carpinuspollenites carpinoides* (Pf.) Nagy	+	+
72	*Ulmipollenites undulosus* Wolff	++	++
73	*Zelkovaepollenites sp.*	++	++
74	*Eucommiapollenites paramullarius* (Pot) Petrescu		×
75	*Aceripollenites rotundus* Nagy	×	
76	*Tiliaepollenites instructus* (Pot.) Pot.	++	+
77	*Ilexpollenites propinquus* (Pot.) Pot.	++	+
78	*I. marmaritatus* (Pot.) Pot.	×	×
79	*Nyssapollenites kruschi* (Pot.) Nagy	++	+
80	*Liquidambarpollenites stigmosus* (Pot.) Raatz	+++	
81	*Cyrillaceaepollenites megaexactus* (Pot.) Pot.	++	+
82	*C. exactus* (Pot.) Pot.	×	
83	*Meliaceoidites romanica* Petrescu		×
84	*Araliaceoipollenites edmundi* (Pot.) Pot.	+	+
85	*Rhoipites pseudocingulum* (Pot.) Pot.	+	+
86	*Reevesiapolis triangulus* (Mamczar) Kr.	×	
87	*Sapotaceoidaepollenites obscurus* (Pf.—Th.) Nagy	++	
88	*S. sapotoides* (Pf.—Th.) Pot.	++	
89	*Sapotaceoidites manifestus* Pot.	×	
90	*S. microellipsus* (Pf.) Petrescu	+	
91	*Sapotaceoidites sp.*		×
92	*Symplocospollenites vestibulus* (Pot.) Pot.	+	
93	*Elaeagnacites* cf. *cechovici* (Paclt.) Petrescu	×	
94	*Ericipites callidus* (Pot.) Kr.	+	+
95	*Caryophyllidites hidasensis* Nagy	×	
96	*Chenopodipollenites sp.*	×	
97	*Artemisiaepollenites sellularis* Nagy		×
98	*Nymphaeaceae*	+	++
99	*Palmaepollenites sp.* 1	+	++
100	*Palmaepollenites sp.* 2	+	+

× — Apariție sporadică; + — Frecvență scăzută; ++ — Frecvență medie; +++ — Frecvență ridicată.

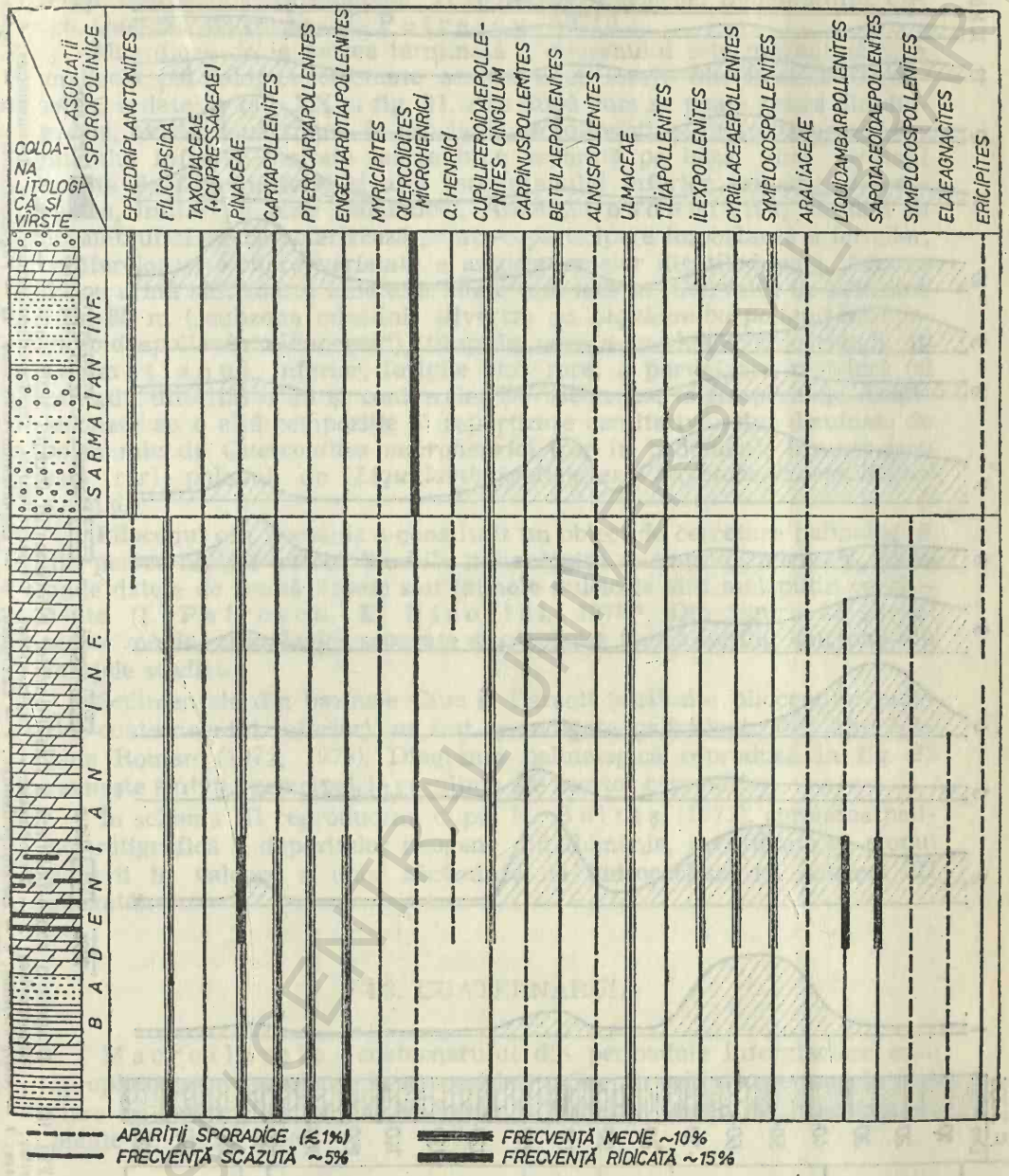


Fig. 81 — Diagrama palinologică a formațiunilor miocene, purtătoare de cărbuni din forajul 5A — Balta Sărată (Caransebeș).

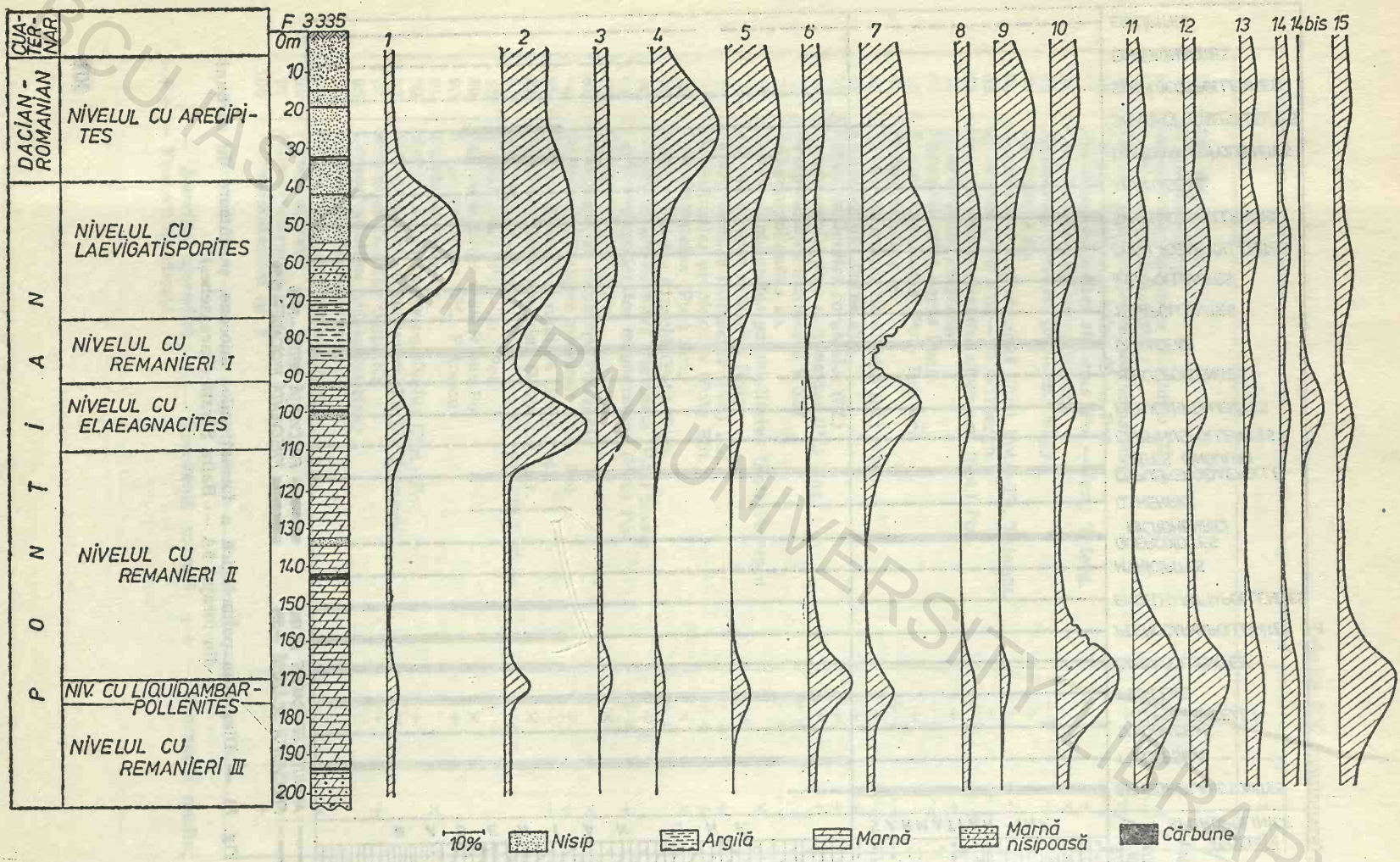


Fig. 82 — Diagrama sporo-polinică a formațiunilor pliocene din forajul 3335 Voivozi — Oradea:
1 — Laevigatisporites; 2 — Pityosporites; 3 — Taxodiaceae — Cupressaceae, Tsugaepollenites, Sciadopytispollenites; 4 — Graminitidites; 6 — Chenopodipollenites; 7 — Alnipollenites; 8 — Betulaepollenites; 9 — Castanea; 10 — Liquidambarpollenites; 11 — Faguspollenites; 12 — Juglandaceae; 13 — Tiliapollenites; 14 — Ulmaceae; 14-a — Elaeagnacites; 15 — Fitoplancton.

BCU CLUJ "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

ferigi, îndeosebi *Polypodiaceae, Taxodiaceae, Pinaceae, Engelhardtia, Carya, Quercus, Nyssa* ş.a. (I. Petrescu, 1971)[1].

Microflora de la partea terminală a miocenului este prezentată prin analizele palinologice efectuate asupra unor foraje din Bazinul Caransebeş, redate în tab. XX şi fig. 81. Aşa după cum se poate sesiza din diagramă, există două tipuri de asociaţii microfloristice: una aparţine badenianului inferior (unitate foarte bine separată pe baza unor asociaţii bogate de foraminifere) şi alta sarmaţianului inferior (separat, de asemenea, iniţial pe baze faunistice). Asociaţia badeniană, unitară în ansamblul ei, se caracterizează printr-o participare importantă a ferigilor, coniferelor şi o mare varietate a angiospermelor dicotiledonate. Acestea de pe urmă sînt foarte bine exprimate mai ales în intervalul de adîncime 100—85 m („subzona mlaştinii silvestre cu *Liquidambarpollenites-Sapotaceoidaepollenites-Pinaceae*"), timp în care s-au depus şi cărbunii. În sarmaţianul inferior, ferigile sînt rare; o participare restrînsă (şi calitativ diferită) o au şi coniferele. De asemenea, angiospermele dicotiledonate au o altă compoziţie şi repartizare cantitativă: sînt dominate de polen mic de *Quercoidites microhenrici* (rar în badenian); lipseşte (sau este rar) polenul de *Liquidambarpollenites, Sapotaceoidaepollenites* ş.a.m.d.

Pliocenul din România a constituit un obiect de cercetare palinologică din partea multor autori. Studiile palinologice se impun, îndeosebi, acolo unde datele de faună lipsesc sau faunele dulcicole sînt mai puţin concludente (I. Petrescu, E. Nicorici, 1979)[2]. Din figura 82 se pot sesiza zonele palinologice separate şi corelarea formaţiunilor sincrone din forajele studiate.

Sedimentele din bazinele Ciuc şi Baraolt (atribuite pliocenului superior-cuaternarului inferior) au fost investigate palinologic de către Ştefana Roman (1972, 1978). Diagrama palinologică reprodusă în fig. 83 reuneşte sintetic principalele rezultate ale acestor cercetări.

În schema III reproducem, după N. Baltеş (1977), corelarea palinostratigrafică a depozitelor neogene din România, investigate în scopul punerii în valoare a unor zăcăminte de hidrocarburi (v. schema III anexată).

4.3. CUATERNARUL

Macroflorele cuaternarului din perioadele interglaciare erau apropiate celor actuale de la aceeaşi latitudine. În schimb, perioadele glaciare au determinat reculul elementelor floristice termofile, instalîndu-se plante de climat rece.

[1] I. Petrescu, „Date palinologice asupra florei fosile de la Tihău — Sălaj", St. Cercet. de Biol., s. Bot., 23, 3, Bucureşti, 1971.

[2] I. Petrescu, E. Nicorici, „Corelarea palinologică a formaţiunilor neogene, purtătoare de cărbuni, din sectoarele Roşiori — Oradea şi Voivozi", Nymphaea, VI, Oradea, 1979.

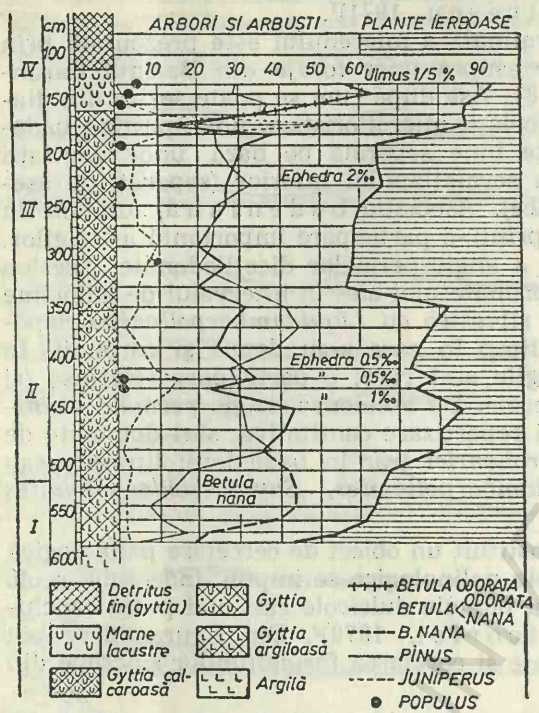


Fig. 84 — Diagramă sporo-polinică asupra glaciarului tîrziu de la Bornholm (Danemarca).

În România macroflorele din bazinele Carpaților Orientali (considerate în literatura veche dacian-levantine) au fost reconsiderate, ca aparținînd părții bazale a cuaternarului. Cea mai reprezentativă lucrare rămîne cea a lui E. Pop (1936)[1], unde autorul prezintă o foarte bogată asociație ce provine de la o asociație silvestră de vîrstă cuaternar inferior (*Glyptostrobus, Pinus, Abies, Juglans, Carya, Carpinus, Alnus, Castanea, Quercus, Fagus, Salix, Liquidambar, Acer, Ulmus, Rhododendron* etc.). Se vede clar că pădurea mixtă de proveniență era asemănătoare, în multe privințe, cu vegetația temperat-caldă din estul Americii de Nord și din Caucaz.

Microflora cuaternarului este foarte bine dezvoltată, îndeosebi cea care privește holocenul (turbele, așa după cum s-a mai precizat, constituie mediul cel mai propice conservării polenului).

Vom prezenta unele concluzii privind microflora cuaternarului preluînd unele date din lucrarea lui H. Straka, 1975[2] (fig. 84).

În decursul cuaternarului, clima emisferei nordice s-a schimbat de mai multe ori. Au fost înregistrate mai multe perioade reci, glaciare, între care au existat perioade calde, interglaciare. În tabelul XXI se redau perioadele sigure calde și reci din Europa de NV și din Alpi, care mai mult sau mai puțin se pot recunoaște și în estul continentului.

În fiecare perioadă caldă, istoria vegetației a evoluat în mod asemănător ca și în perioada postglaciară — aceasta de pe urmă fiind considerată ca o ultimă perioadă caldă.

În general, se poate aprecia că în perioadele calde predominau foioasele, alături de conifere. În perioadele reci predominau ierboasele și plantele nelemnoase; alături de ele apar conifere și ericacee.

[1] E. Pop, „Flora pliocenică de la Borsec", Edit. Universității, Cluj, 1936.

[2] H. Straka: „Pollen und Sporenkunde", Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1975.

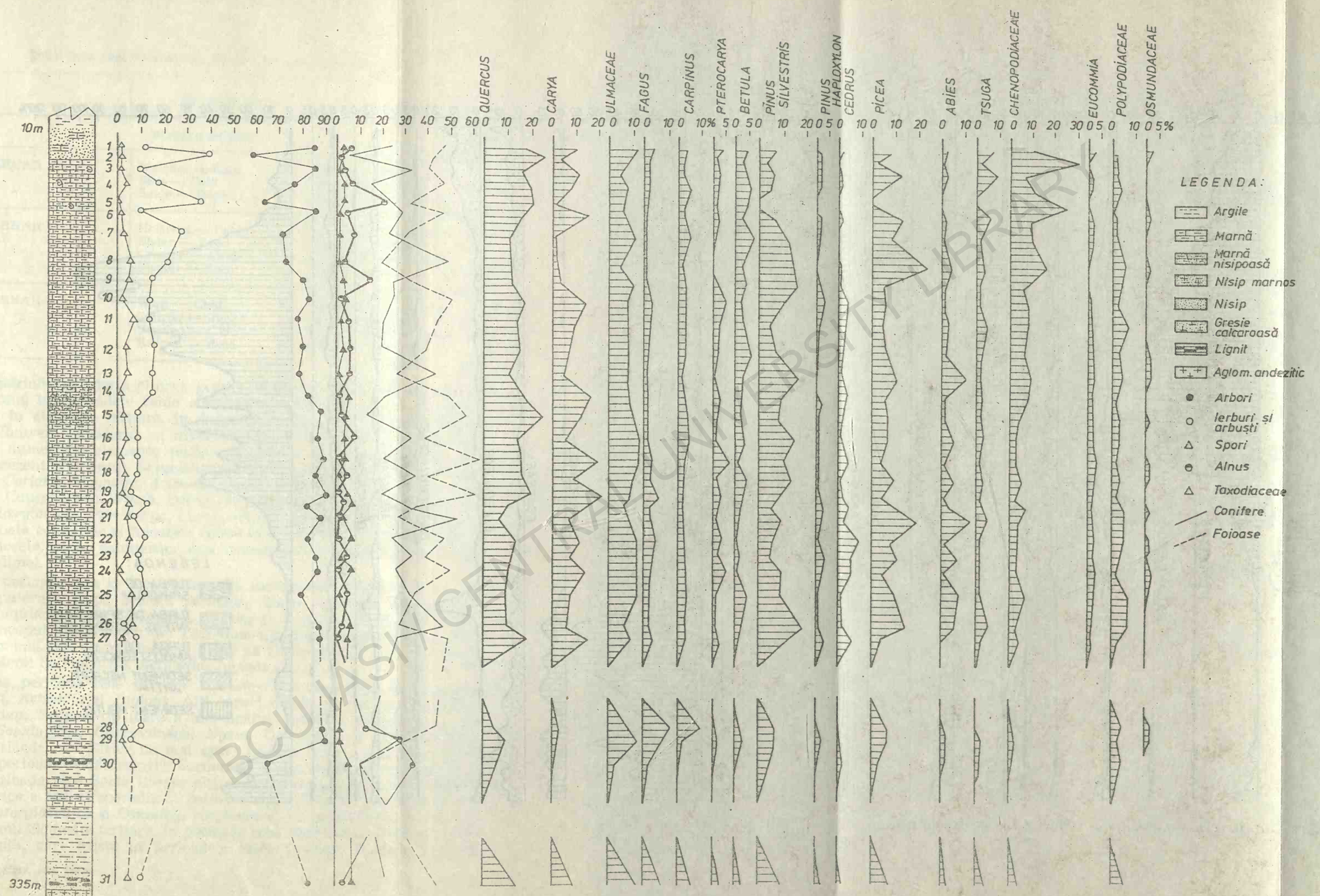


Fig. 83 — Diagrama sporo-polinică a forajului nr. 15 din partea de nord-est a bazinului Baraolt (după Ștefana Roman- 1978).

BCU IAȘI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

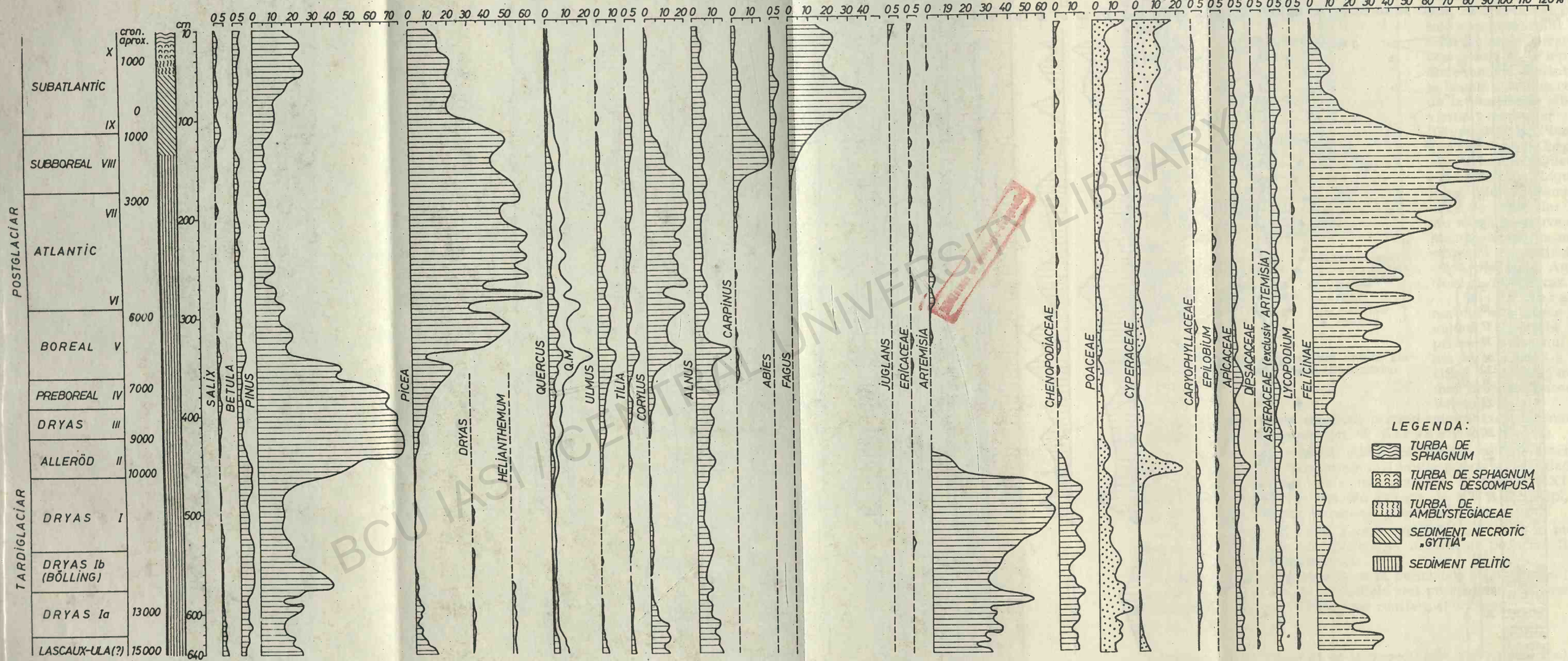


Fig. 85 — Diagramă sporo-polinică de la Tăul Zănoguții (Munții Retezat).

Tabelul XXI

Împărțirea cuaternarului în Europa de nord-vest și în Alpi

	Europa de NV	Alpi
POSTGLACIAR		
CUATERNAR SUP.	Weichel — Rece Eem — Cald Saale — Rece	Würm — Rece Riss-Würm — Cald Riss — Rece
CUATERNAR MEDIU	Holstein — Cald Elster — Rece Cromer — Cald Menap — Rece	Mindel-Riss — Cald Mindel — Rece Günz-Mindel — Cald Günz — Rece
CUATERNAR INF.	Waal — Cald Eburon — Rece Tegelen — Cald Brügen — Rece	Günz-Donau — Cald Donau — Rece Donau-Biber — Cald Biber — Rece

Urmărindu-se istoria cîtorva genuri de plante (de obicei arbori) din terțiar pînă în perioadele calde ale cuaternarului, se observă o săracire treptată în elemente terțiare, în decursul cuaternarului (tabelul XXII).

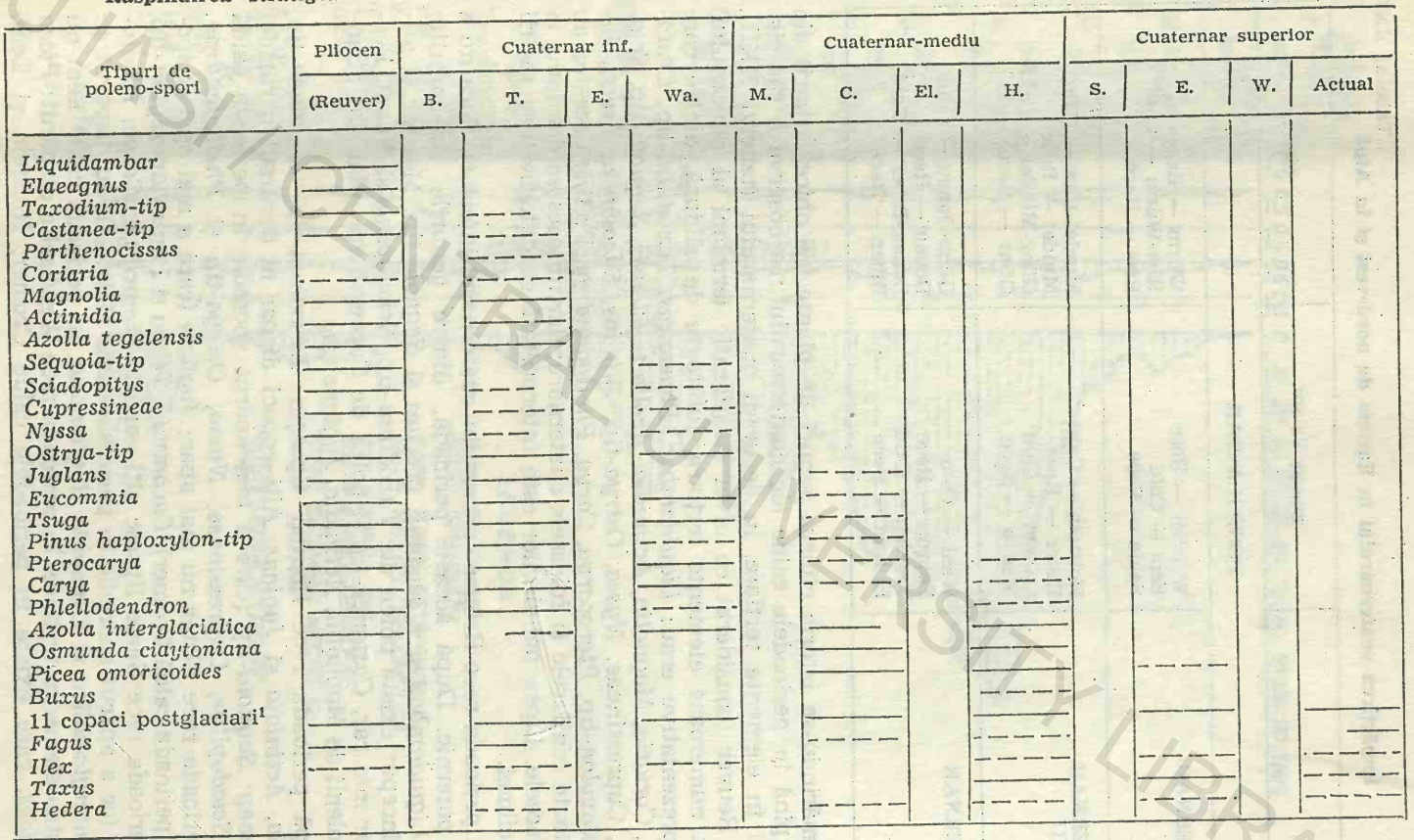
În Reuver (considerat ca nivel stratigrafic terminal al pliocenului) vegetau numeroase elemente terțiare, iubitoare de căldură, dintre care mai reprezentative erau: *Liquidambar, Elaeagnus, Taxodium*-tip, *Castanea*-tip, *Coriaria, Magnolia, Actinidia, Azolla tegelensis, Sequoia*-tip, *Sciadopitys*, Cupressineae, *Nyssa, Ostrya*-tip, *Juglans, Eucommia, Tsuga, Pinus haploxylon*-tip, *Pterocarya, Carya, Phellodendron*. Pe lîngă acestea au apărut toate coniferele și foioasele cuaternare; dar nu acestea dominau, ci juglandaceele. Lipsa palmierilor este interpretată ca datorîndu-se răcirii lente a climei.

În perioada rece Brügen (prima din cuaternarul inferior), flora nu a suferit puternic. După această perioadă, dintre genurile sus-amintite lipsesc *Liquidambar* și *Elaeagnus*, precum și *Sequoia*-tip. Mai rar și numai la început exista polen de: *Taxodium*-tip, *Sciadopitys* și *Nyssa*. Persistă, dar mai rar, *Castanea*-tip și polen de Cupressineae. Mai sînt abundente polenii de *Magnolia, Actinidia, Juglans* ș.a.

După perioada rece Eburon lipsește *Taxodium*-tip, *Castanea*-tip, *Magnolia, Actinidia* și *Juglans*. Alți copaci dispar în decursul perioadei reci Menap: *Sequoia*-tip (care a mai apărut sporadic în perioada caldă Waal), *Sciadopitys*, Cupressineae, *Nyssa, Ostrya*-tip și *Phellodendron*. După perioada rece Elster nu mai apar: *Juglans* (care a mai apărut sporadic în perioada caldă Cromer), *Eucommia, Tsuga* și *Pinus haploxylon*-tip. După perioada rece Saale lipsesc alți copaci: *Pterocarya, Carya, Phellodendron* (ce a apărut sporadic în perioada caldă Holstein); au dispărut și: *Azolla interglacialica* și *Osmunda claytoniana*. În perioada caldă Eem nu mai existau elemente terțiare. În perioada rece Weichsel a dispărut: *Picea omoricoides*, care exista în perioadele calde Cromer, Holstein și Eem.

Tabelul XXII

Răspîndirea stratigrafică a unor tipuri de poleno-spori în pliocenul superior și cuaternarul Europei.



[1] *Abies, Alnus, Betula, Carpinus, Corylus, Picea, Pinus diploxylon (sylvestris), Quercus, Salix, Tilia, Ulmus.*

B — Brügen, T — Tegelen, Eb — Eburon, Wa — Waal, M — Menap, C — Cromer, El — Elster, H — Holstein, S — Saale, E — Eem, W — Weischel.

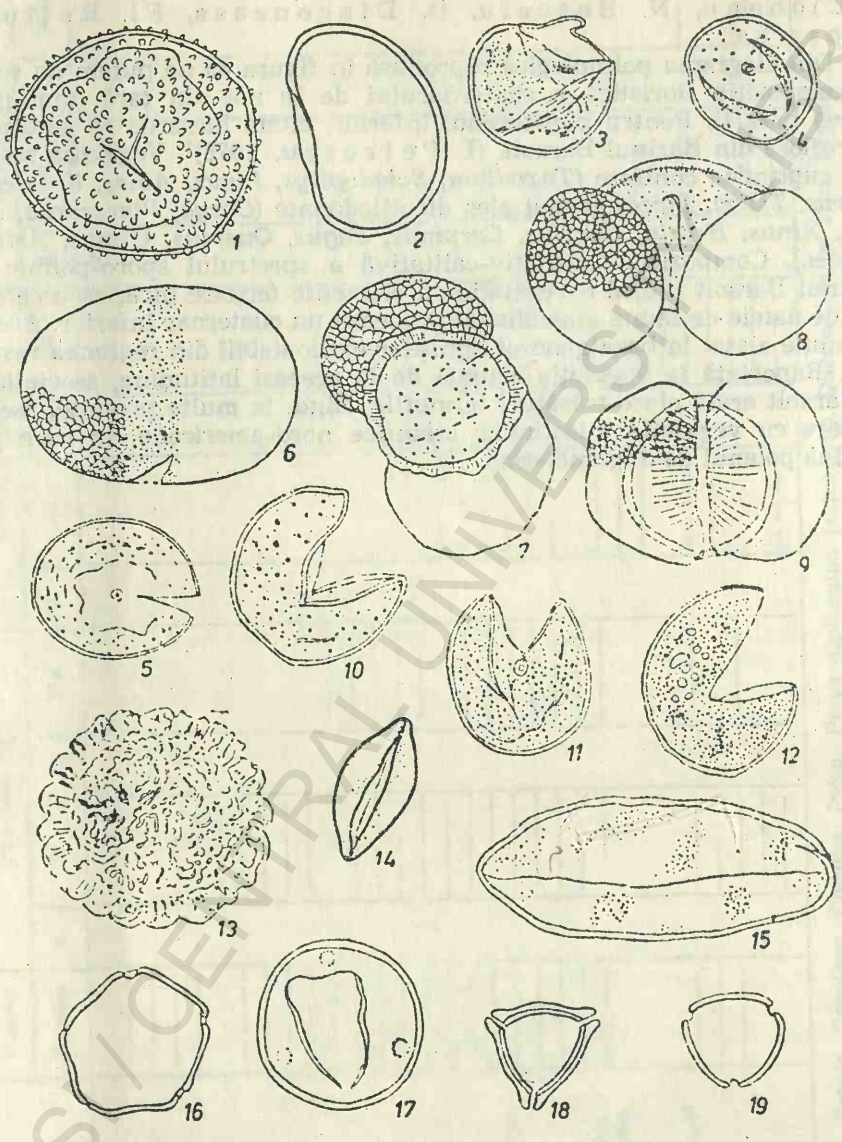
BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În România, cuaternarul, îndeosebi cel superior, este bine cunoscut d.p.d.v. palinologic, îndeosebi prin cercetările palinologilor E. Pop, I. Ciobanu, N. Boşcaiu, B. Diaconeasa, Fl. Raţiu, V. Lupşa ş.a.

Din diagrama palinologică reprodusă în figura 85 ne putem da seama de compoziţia floristică a cuaternarului de la noi din ţară (mai puţin partea bazală). Pentru pleistocenul inferior, citãm lucrarea ce analizează microflora din Bazinul Baraolt (I. Petrescu, 1978)[1]. Vegetaţia respectivă cuprindea conifere *(Taxodium, Sciadopitys, Pinus, Abies, Keteleeria, Cedrus, Tsuga, Picea)* şi mai ales dicotiledonate (*Carya, Pterocarya, Juglans, Alnus, Betula, Corylus, Carpinus, Fagus, Quercus, Ulmus, Artemisia* ş.a.). Compoziţia cantitativ-calitativă a spectrului sporo-polinic din Bazinul Baraolt indică o vegetaţie cu elemente terţiare încă, ceea ce (alături de datele de faună mamaliană) probează un cuaternar inferior. Această vegetaţie a stat la baza genezei ligniţilor exploatabili din regiunea respectivă. Raportată la vegetaţia actuală de la aceeaşi latitudine, asociaţia de la Baraolt arată clare trăsături termofile, fiind, în multe privinţe, asemănătoare cu vegetaţia mlaştinilor atlantice nord-americane, în care predomină polenul de Juglandaceae.

[1] J. Petrescu, „Date privind microflora din bazinul Baraolt şi semnificaţia ei stratigrafică", Muzeul Brukenthal, Studii şi Comunicări — Şt. naturale, 22, Sibiu, 1978.

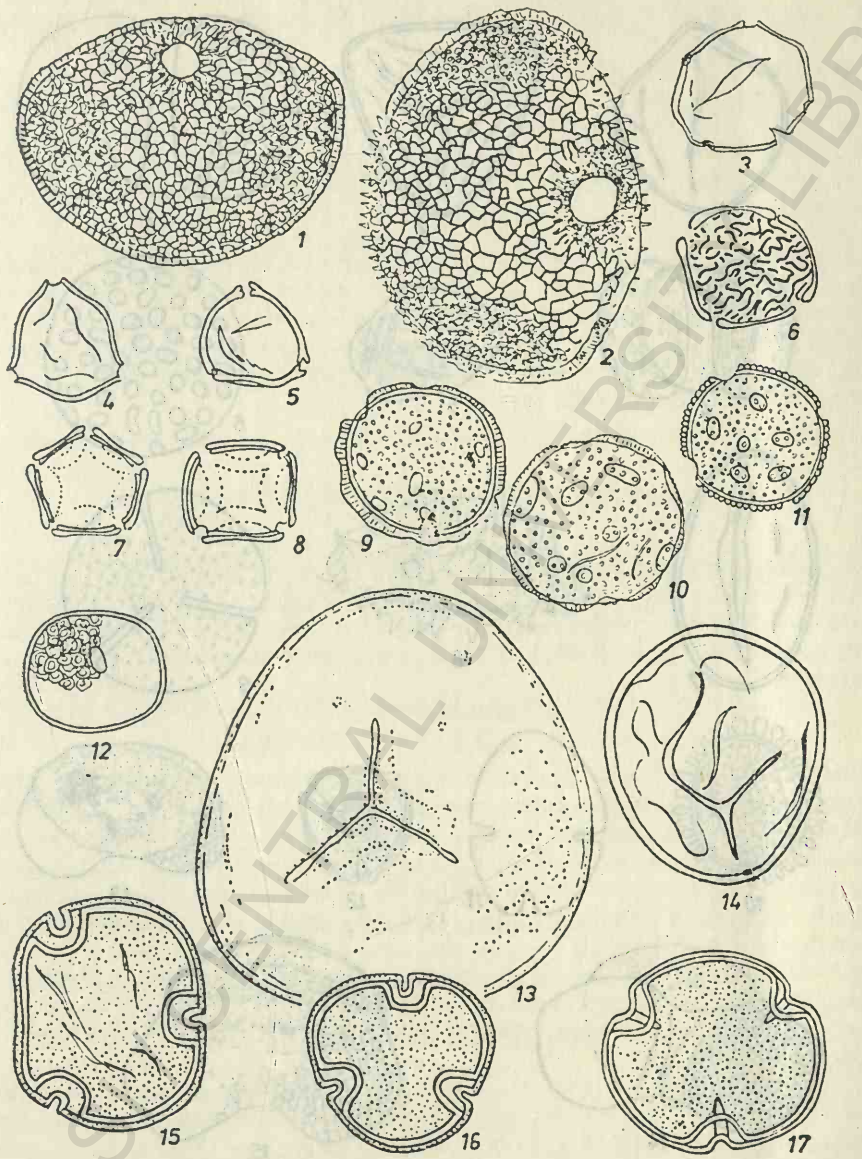
BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY



Planșa CXIII — Polen din cenozoic:

1 — polen de Osmundaceae; *2* — polen de Polypodiaceae; *3* — polen de *Sequoia*; *4, 5* — polen de Taxodiaceae; *6—9* — polen de *Pinus haploxylon; 10—12* — polen de *Cunninghamia* (Taxodiaceae); *13* — *Tsugaepollenites* sp., 35 microni; *14* — polen de *Palmae* (palmieri); *15* — polen de *Magnolia; 16* — polen de *Pterocarya; 17* — polen de *Carya; 18, 19* — polen de *Myrica.*

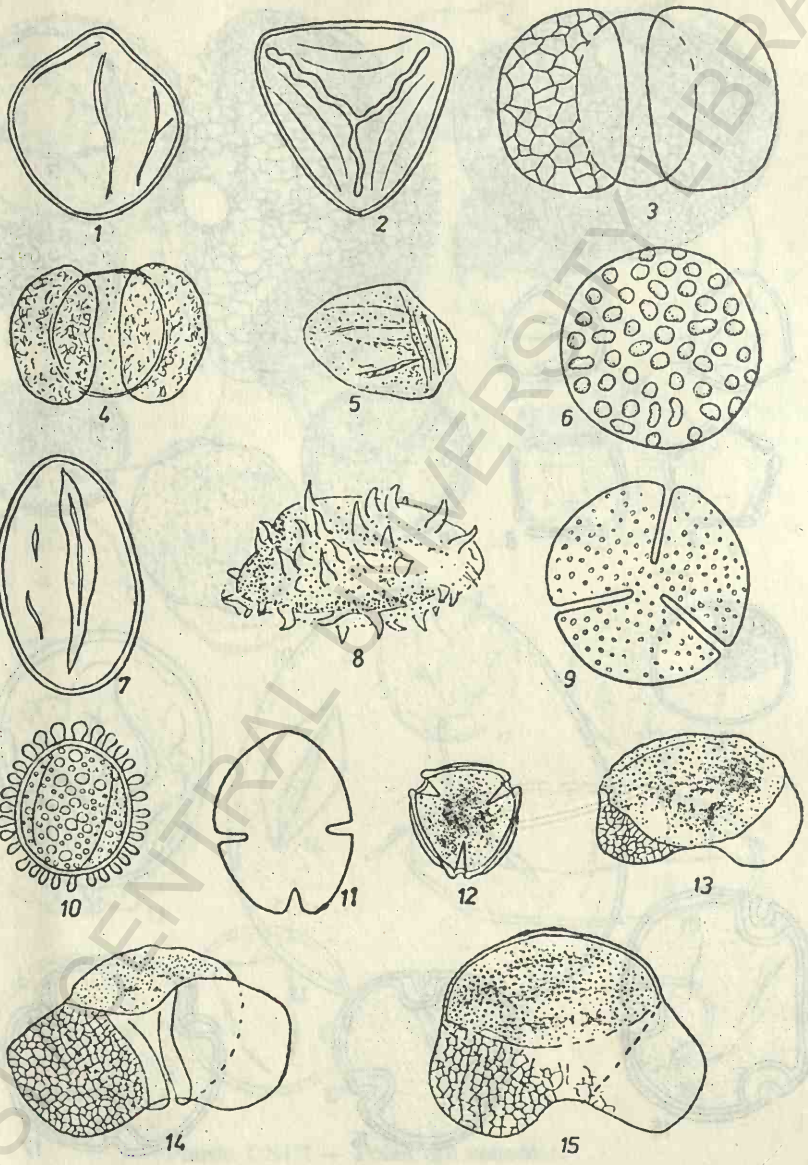
BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa CXIV — Polen și spori din cenozoic:

1, 2 — polen monoporat cu inel maginal de *Aglaoreidia cyclops* 40×50 microni; *3, 4* — polen de *Carpinus*; *5* — polen de *Betula*; *6* — polen de *Ulmus*; *7, 8* — polen de *Alnus*; *9—11* — polen de *Liquidambar*; *12* — *Sparaganiaceaepollenites polygonalis*; *13* — *Lygodiumsporites*, 66 microni; *14* — *Leiotriletes adriensis*; *15—17* — polen de *Tilia*.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Planșa CXV — Polen din cenozoic:

1 — *Leiotriletes microadriensis*; *2* — *Undulatisporites* sp.; *3* — *Pityosporites microalatus*; *4* — *Pinuspollenites*; *5, 6* — *Inaperturopollenites* (25 microni); *7* — *Monocolpopollenites*; *8* — polen de *Nypa*; *9* — *Triatripollenites* cf. *bituitus*; *10, 11* — *Tricolpoporopollenites megaexactus*; *12* — *T. semiglobosus*; *13—15* — polen de *Pinus diploxylon*.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ANEXE

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

METODOLOGIA DE LUCRU

Înainte de a trece la studiul metodelor specifice preparării materialului în vederea analizelor de laborator sporo-polinice, vom prezenta compoziția chimică a exinei sporilor și polenului, ce constituie de fapt obiectul concret de lucru. Exina, considerată ca membrană celulară externă, are o compoziție chimică foarte complexă, în mare parte încă insuficient de bine cunoscută.

1. SUBSTANȚE MEMBRANOASE SCHELETICE

Celuloza este cel mai important constituent scheletic membranos și cel mai bine studiat. Celuloza este un polizaharid alcătuit din glucoză supusă unui proces permanent de deshidratare. Conversiunea celulozei în glucoză se face prin hidroliză și prin acțiunea acizilor sau a enzimelor specifice (cellulaze):

$$\underset{\text{celuloză}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + {}_nH_2O \longrightarrow \underset{\text{glucoză}}{{}_nC_6H_{12}O_6}$$

Celuloza, fiind substanța fundamentală a membranei celulare, constituie rețeaua originară ce poate primi celelalte substanțe membranice. Rețeaua aceasta celulozică (scheletul membranei) este dată de macromoleculele celulozei, care sînt alungite și se înmănunchează în fascicule tridimensionale optic birefringente, numite cristalite. Aceste cristalite se asociază în microfibrile, apoi în fibrile, ce au o țesătură proprie și alcătuiesc structura de rezistență a membranei.

Chitina are același rol ca și celuloza, cu deosebirea că molecula ei conține azot ce are importanță fiziologică și ecologică pentru membrana celulară. Este prezentă în special la plantele inferioare, ca bacterii și ciuperci.

Substanțe scheletice intermediare. Pectina umple spațiile intermicelare ale celulozei și chitinei prin imbibiție și prin absorbție. Volumul spațiilor intermicelare pentru celuloză este de 20—41% față de masa celulozică pură. Pectina, ca substanță secundară de constituție a membranelor celulare, are rolul de cimentare a celulelor între ele, alcătuind blocul tisular.

Hemicelulozele însoțesc în mod obișnuit celuloza și se deosebesc de aceasta chimic și fiziologic. Ca și celuloza, hemicelulozele sînt glucide polimerizate alcătuite din hexoze acuplate glucozidic. Spre deosebire de celuloză se dizolvă în alcalii, iar acizii diluați le hidrolizează ușor, for-

mînd pentoze, hexoze sau ambele. Hexozele alcătuiesc așa-zisele hemiceluloze de rezervă, întîlnite în special la unii macrospori, la polen, la celulele endospermice ale semințelor de palmieri, în special. Hemicelulozele sînt foarte rezistente la fosilizare, în special cele acide sau poliuronidele. Sînt foarte puțin solubile.

Lignina se întîlnește și în membranele celulozice, ca substanță intermicelară. Este caracteristică, însă, pereților îngroșați ai vaselor lemnoase și membranelor protectoare de la plantele superioare. Este foarte greu solubilă și are o compoziție chimică neclarificată. S-au pus în evidență unități propilbenzolitice cu grupe hidroxilice și metoxilice, ce se condensează în cazul coniferelor, în asociație cu alcoolul coniferilic și alte substanțe aromatice. Lignina este substanța scheletică cea mai rezistentă la acțiunea enzimelor și la cea de fosilizare.

2. SUBSTANȚE MEMBRANOASE HIDROFOBE

Cerurile se găsesc în spațiile intercelulare celulozice, fiind exprimate în general prin formula:

$$C_nH_{2n+1}CO—O—C_mH2_{m+1}$$

în care: n și m au valori de 24 și 32. Cerurile sînt bine cristalizate, slab anizotrope, dar puternic hidrofobe, făcînd ca membranele să piardă permeabilitatea pentru apă sau pentru alte molecule sau ioni hidrofili.

3. SUBSTANȚE CONSTITUTIVE ALE MEMBRANELOR ÎN CONTACT DIRECT CU ATMOSFERA

Cutina este cea mai obișnuită substanță impregnată a celulelor epidermice, fiind întîlnită și la exină. În unele cazuri ea alcătuiește un strat continuu denumit *cuticulă*. Compoziția chimică a cutinei nu este bine cunoscută, dar are un conținut în carbon de 60% și este ușor acidă. Cutina absoarbe razele ultraviolete, deosebindu-se de ceruri și celuloză, care sînt permeabile pentru razele ultraviolete.

Sporopolenina este proprie numai exinei sporilor și polenului, fiind foarte rezistentă la factorii externi și se fosilizează perfect în turbă, cărbuni, marne, argile, gresii, șisturi bituminoase, șisturi metamorfice etc. Are o compoziție medie: 65% C, 8% H și 27% O (gruparea hidroxilică). Această compoziție variază de la un grup la altul de plante și în funcție de morfologia diferită a exinei la spori-polen (fig. A. 1).

Prin fosilizare se păstrează intactă ornamentația exinelor originale, făcînd posibilă astfel determinarea la microscop a sporilor și polenului.

Sporopolenina este cea mai puțin cunoscută din toate substanțele constitutive ale membranelor. Este puternic înrudită chimic cu cutina și suberina colorîndu-se cu reactivi obișnuiți ai lipidelor (Sudan III, Scharlach R sau tinctura de Alkanna). Față de cutină și suberină se comportă însă diferit în prezența glicerinei și a NaOH sau KOH (tab. A. I).

Tabelul A.I

Mod de comportare a elementelor constitutive ale membranelor palinomorfelor prin atac cu substanțe chimice.

Cu	Sporopolenină	Cutină	Suberină
glicerină în clocot	depolimerizare slabă	depolimerizare înceată	depolimerizare rapidă
NaOH sau KOH fierbinte	nici o saponificare	saponificare înceată	saponificare rapidă

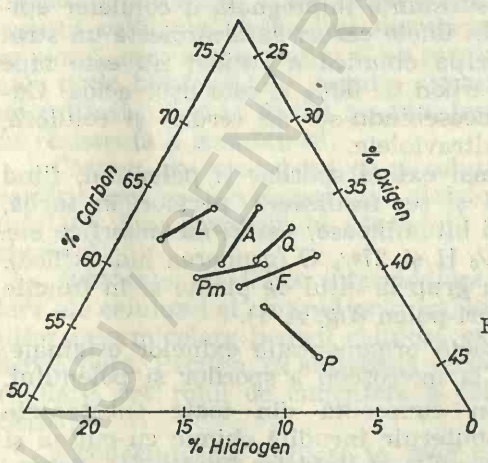
În afara acestor substanțe principale se găsesc și substanțe vegetale secundare, ca: glicozii, acizii organici, lipide de secreție, substanțele aromatice neazotate, compușii terpenici etc.

Pe lîngă toate substanțele, apa este obligatorie în conținutul exinei și a tuturor membranelor celulare, care poate fi în proporție de 70—80%. În cazul sporilor, polenului sau a semințelor, cînd funcțiunile vitale sînt încetinite, conținutul în apă scade pînă la 6—15%.

Materia organică ce constituie spori-polenul, precum și alte microfosile întîlnite în reziduul palinologic este de origine vegetală sau animală.

Materia de origine vegetală cuprinde polizaharide, în special celuloză, lignină (constituent principal al lemnului), cutină și exină.

Celuloza constituie elementul principal al ciștilor și tecilor de dinoflagelate (cu excepția ciștilor calcitizați sau cu schelet silicios). Pe lîngă celuloză există și o serie de constituenți de tipul: *oxicelulozei*, formată



P - Pinus radiata
L - Lycopodium clavatum
A - Alnus glutinosa
F - Fagus silvatica
Pm - Pinus montana
Q - Quercus robur

Fig. A.1 — Compoziția elementară a exinei unor granule de spori și polen produși de plantele actuale.

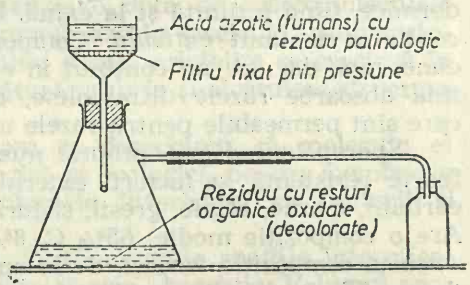


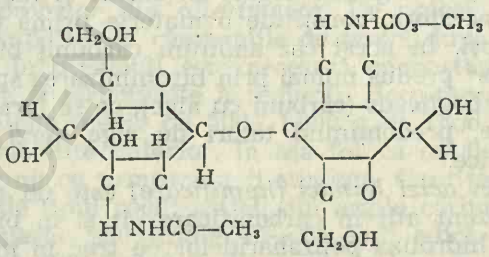
Fig. A.2 — Aparat de oxidarea și filtrarea reziduului palinologic (dinoficee).

din radicalul carboxil CO și metoxil CH_3—O, derivată ca urmare a proceselor de oxidare; *celulozei azotate* (micozina) destul de apropiată de chitina de origină animală și *cutina* (cutoceluloza) ce face parte din categoria lipidelor, esteri cu lanțuri „stereo-oleo-cutinici", foarte rezistentă la agenții chimici sau biologici. Polizaharidele sînt mai mult sau mai puțin hidrolizate în prezența acizilor formînd acizi organici solubili prin oxidare. La dinoflagelate predomină compușii de tip celulozic (oxiceluloza și chiar cutoceluloza). Aceste organisme se întîlnesc în sedimente de origină lacustră, telmatică și în mod predominant marină (brecii, gresii, șisturi argiloase, calcare, jaspuri, accidente silicioase, evaporite și chiar în hidrocarburile lichide). În special depozitele argiloase conțin asociații bogate în dinoflagelate. Se poate spune că în rocile carbonatate și argiloase concentrația în dinoflagelate este mai mare decît în rocile de tipul ruditelor și arenitelor. Uneori, în 10 g de șisturi sau argile se pot întîlnii pînă la 10 000 de indivizi, în timp ce în 100 g de cretă sau gresii numărul de indivizi este cu mult mai redus. Prepararea și obținerea dinoficeelor cuprinde aceleași etape care vor fi prezentate în acest capitol la spori-polen. La aceste organisme, operația de oxidare și filtrare se realizează cu ajutorul unui aparat format dintr-o pîlnie cu filtru ce se fixează printr-un dop de cauciuc perforat pe un vas Erlenmayer (fig. A. 2). În vederea limpezirii cistilor se atacă prin acid acetic glacial sau cu NaOH (20%), operație ce determină îndepărtarea materiilor organice de culoare închisă fixate pe suprafața chistului. Deoarece uneori decolorarea este prea puternică încît chiștii sînt aproape transparenți, se impune colorarea acestora în roșu (șofran) prin adăugarea cîtorva picături în tuburile cu apă distilată, după care se centrifughează.

Materia de origină animală include pe lîngă chitină, keratină și anumite macromolecule apropiate de cutină sau de sporopolenină, ce se conservă în diferite tipuri de sedimente.

Această materie organică participă la formarea hidrocarburilor și intră în compoziția sedimentelor bituminoase.

Formula moleculară a chitinei este:



Diverse organisme sau părți din organisme sînt formate din chitină: chitinozoarele, scolecodontele, conodontele, unele tipuri de acritarchi și chiar dinoficee.

Aceste resturi organice se întîlnesc cu predilecție în roci de tipul calcarelor argiloase, calcilutite, calcare perirecifale, calcare algale de culori variate, verde-închis, cenușiu-închis și brun-închis.

4. PROCESE DE FOSILIZARE

Procesele de fosilizare sînt procese fizice și chimice ce se petrec după moartea organismului în lipsa apei, a aerului sau a altor agenți atmosferici. Procesele de fosilizare fac ca sporii, polenul, dinoflagelatele și alte resturi de viețuitoare, ce fac obiectul de studiu al palinologiei, ca de-altfel și microfosilele să se păstreze în sedimente sau alte roci în condiții bune, fără modificări prea importante, pentru a putea fi studiate prin diferite metode.

Carbonificarea sau îmbogățirea în carbon se produce sub acțiunea bacteriilor anaerobe asupra celulozei. Acest proces nu distruge structura membranoasă a exinei sporilor și polenului, nici ornamentația externă a acesteia, ceea ce face ca sporii și polenul să poată fi bine studiați și în stare fosilă. Îmbogățirea în carbon este proporțională cu timpul în care organismele au stat în condiții anaerobe și reprezintă o unitate de măsură a calității cărbunilor (antracit, huilă, cărbuni bruni, lignit, turbă). Carbonificarea se produce în două faze:

a) Într-o primă fază are loc o macerație și o fermentație a materiei vegetale sub influența bacteriilor, sub apă, fără oxigen sau aer.

b) Acțiunea bacteriilor anaerobe este mai atenuată, iar carbonificarea se datorește timpului de ședere în condiții anaerobe, căldurii și presiunii ce favorizează procesele chimice și fizice de la sfîrșitul acestui proces. În aceste condiții, celuloza este supusă unei deshidratări, eliberează gazul carbonic și metanul, care uneori se acumulează în zăcămînt și în combinație cu aerul poate produce grizu. Toate aceste modificări au loc după reacția:

$$4C_6H_{10}O_5 = C_9H_4O + 7CH_4 + 8CO_2 + 3H_2O$$

Bituminizarea reprezintă un proces asemănător carbonificării, care se petrece tot în două faze, numai că intervenția microbiană nu e de lungă durată, iar prin fermentație nu se eliberează metanul și gazul carbonic, deoarece substanțele capabile să producă materiile volatile nu sînt distruse. În schimb, se înregistrează o dublă îmbogățire în carbon și hidrogen. Substanțele vegetale bogate în săruri și rășini, prin polimerizarea corpurilor acestora, constituie o materie primă bună pentru combustibili bituminoși. În acest caz amintim cărbunii bituminoși sau așazisul „cannel-coals" produs numai prin bituminizarea sporilor și polenului și cărbunii de tip bogheads (cărbuni cu alge), ce se formează în largul lagunelor neaerisite, predominînd taluri de alge verzi *(Botryococcus)* și alte materii organice.

Îmbogățirea în acizi humici (humificare) este un proces indispensabil fosilizării, prezent atît în carbonificare cît și în bituminizare. Acest proces începe cu hidroliza polizaharidelor ce trec în monozaharide, apoi urmează procesele de oxido-reducere care provoacă o scindare profundă a combinațiilor organice rezultate în urma hidrolizei. Procesele de oxido-reducere se datoresc microorganismelor și intensității funcțiilor vitale ale acestora. Acizii humici ce îmbogățesc prin fosilizare materia vegetală iau naștere pe cale chimică (din fenoli chinone și aminoacizi) și biologică (din pigmenții chinonici și combinații aromatice). Acești acizi sînt compuși din carbon (52—60%), oxigen (31—39%), hidrogen

(2,5—5,8%) și azot (2,6—5,1%). Mai conțin elemente de cenușă (P, S, Si, Al, Fe) în proporție de 1—10%. Dintre acizii humici, acidul ulminic este preponderent în procesul de fosilizare. Are culoarea brună și se formează în condiții de lipsă de aer. Acizii humici sînt parțial solubili în apă, dar se dizolvă în acizi și în soluții alcaline.

Mineralizarea reprezintă înlocuirea conținutului protoplasmatic al celulei sporilor și polenului și a celulozei membranoase macerate de organismele anaerobe cu carbonați, silicați, fosfați, azotați etc., conținuți în apa mării. În unele cazuri se produce fenomenul de piritizare sau limonitizare care conservă foarte bine sporii, polenul și alte părți organice în șisturi cristaline.

Chihlimbarul, ozocherita, gheața fosilă, sarea gemă, gipsul, anhidritul, silexul, turba, cărbunii reprezintă medii foarte bune de conservare atît a sporilor și polenului cît și a dinoflagelatelor și histrichosferidelor.

În general, rocile sedimentare pelitice ca marne, argile, calcare fine, diatomite, șisturi bituminoase conțin cantități mari de spori și polen, conservat în condiții bune, putîndu-se studia cu ușurință. Ulterior s-a început un studiu mai amănunțit al rocilor metamorfice (șisturi grafitoase, argiloase, cloritoase) slab metamorfozate și calcare cristaline. Acestea conțin un însemnat sediment sporologic, ce oferă posibilități interesante de studiu asupra stratigrafiei acestor formațiuni. Țițeiurile și în special apele de zăcămînt constituie de asemenea medii bune de conservare a microflorei.

5. RECOLTAREA PROBELOR DIN TEREN

Recoltarea probelor din teren, ca etapă preliminară preparării în laborator a microflorei în vederea studiului, este de foarte mare importanță de această etapă depinzînd în mare măsură rezultatele ulterioare ale studiului microflorei. Probele destinate cercetării palinologice se recoltează atît din aflorimente (profile deschise), cît și din carote, din probe de sită, sau din alte surse ce pot oferi material pentru analiză.

Recoltarea probelor din aflorimente. De obicei, această operație o face geologul prospector în campaniile de teren, după un studiu preliminar al regiunii. În prealabil este necesară cunoașterea alcătuirii litologice, stratigrafice și structurale a regiunii. Recoltarea presupune luarea de probe în greutate medie de 500—1 000 g, în mod sistematic, pe profile sau trasee stabilite anterior, în așa fel ca să fie cuprinsă întreaga suprafață a regiunii ce urmează a fi studiată. Cantitatea de probă recoltată depinde și de tipul rocii; astfel, din argile cărbunoase se recoltează 3—5 cm^3, din marne sau argile 15—20 cm^3, adică aproximativ 150—200 g, din calcare 500—2 000 g, din loess în jur de 1 m^3, iar din roci metamorfice 250—500 g.

Într-un afloriment, probele se iau stratigrafic, adică de jos în sus, din fiecare orizont litologic, avînd grijă ca anterior să pregătim bine locul de unde luăm proba. În acest sens se îndepărtează cu instrumentele de care dispunem (ciocan, hîrleț, daltă) toată zona alterată din profilul deschis la zi. Probele se iau din 20 în 20 cm sau chiar mai rar, în

funcție de scopul urmărit, dar avînd în vedere ca din fiecare orizont litologic să se recolteze minimum două probe. După prelevarea probei, aceasta se introduce într-un săculeț de pînză sau de plastic. Fiecare probă recoltată trebuie să poarte un număr, un símbol, care să indice orizontul din care a fost luată, cu alcătuirea litologică probabilă, data și numele persoanei care a recoltat-o. Toate acestea se scriu pe o etichetă ce se lipește sau se scrie direct pe săculeț. Locul recoltării probei este însemnat și pe harta de teren cu un punct, alături de care se trece și numărul probei. În timpul recoltării trebuie evitată contaminarea probelor între ele, pentru înlăturarea unor rezultate eronate. Pentru aceasta, după fiecare probă recoltată, uneltele ce au fost folosite se șterg, se spală, se curăță, înainte de a se trece la proba următoare. Izolarea probelor în săculețe este bine să se aplice și pentru probele monolit (calcare, gresii, șisturi ș.a.) În acest fel se procedează pentru fiecare probă, pînă se termină recoltarea la un afloriment. Apoi, se execută în carnet schița profilului, coloana litologică și se marchează, prin semne sau simboluri, locul de unde au fost recoltate probele, înscriindu-se numărul lor. Se poate face o descriere mai detaliată a profilului sau o descriere succintă a fiecărei probe.

Recoltarea probelor din foraje și lucrări miniere. Probele se recoltează din carote după ce au fost extrase din foraje sau din carotiere. Și în acest caz se urmărește ca probele să nu se contamineze. După ce se fac măsurătorile generale, carotele se curăță, se spală de noroiul de sondă ce poate conține elemente contaminate (spori, polen actual etc). Apoi se ia proba din mijlocul carotei și de la mai multe nivele ale acesteia. Dacă se scoate o carotă continuă, atunci pentru un orizont litologic și stratigrafic, se iau 2—3 probe din partea inferioară, medie și superioară a acesteia. Ca și în cazul recoltării din aflorimente, probele luate din carote se ambalează în săculețe, pungi, se etichetează, indicîndu-se cu precizie orizontul din care au fost prelevate și adîncimea. Alteori, cînd nu se scot carote, se pot recolta probe din peretele forajului cu ajutorul ciupitoarelor, avîndu-se în vedere ca acestea să nu se contamineze. Proba trebuie să fie de minimum 200 g.

În cazul recoltării probelor de țiței și ape de zăcămînt, se folosesc sticle de un litru, curate, pe care se lipesc etichete cu toate datele necesare identificării probei. Din fiecare orizont productiv de țiței se iau 2—3 probe de cîte un litru. Dacă țițeiul este mai puțin vîscos, probele se iau în sticle de 5 l.; la fel se procedează și pentru apele de zăcămînt. Probele se iau la gura forajului, iar sticlele se închid bine cu dopuri de plută.

Recoltarea probelor din materialul de sită. În timpul forajului, emulsia minerală (noroiul de foraj), care permite înaintarea sapei fără creșterea temperaturii în urma frecării cu roca, asigurînd și stabilitatea presiunii în gaura de sondă, antrenează la suprafață particule fine din stratul perforat. Stabilindu-se adîncimea de pătrundere în strat după viteza de avansare a sapei se recuperează, de pe sita vibratoare de la suprafață, cantitatea de rocă, sub formă de particule milimetrice, care reprezintă intervalul parcurs. Analiza acestor eșantioane de sită permite urmărirea continuă a forajului și evidențierea în amănunt a tuturor modificărilor litologice, implicit palinologice (paleontologice), care în situația carotării la intervale discontinue, largi, nu ar fi posibilă. În timpul aces-

tei operații trebuie acordată o mare atenție contaminării probelor și stabilirii cu precizie a nivelului stratigrafic din care provine proba. Greutatea unei probe este în jur de 200—500 grame.

Recoltarea probelor cu ajutorul sondezei Hiller modificată[1]. Sondeza Hiller modificată (fig. A.3) a fost construită pentru recoltarea probelor de la adîncimi nu prea mari și din depozite cu grad de compactizare moderată sau chiar afînate. Această sondeză a fost folosită pentru recoltarea probelor din turbă, argile, marne, mîluri lacustre, loess; pentru turbă se poate utiliza pînă la 10 m adîncime, iar pentru argile și marne pînă la 4—5 m adîncime. Sondeza Hiller modificată este alcătuită din corpul sondezei (1), un cilindru lung de 25—30 cm, cu diametru de 4—5 cm, confecționat din material inoxidabil. Acest cilindru este compartimentat în două camere de probe (3), la 15 cm distanță între ele, care se închid la exterior prin rotire cu niște clapete cu aripioare (4). La partea inferioară a cilindrului se găsește un sfredel (2), iar la partea superioară i se pot atașa prăjini gradate (7), la lungimea dorită. Prăjinile se îmbină între ele prin cîte un știft (9), iar în partea superioară se termină cu un jug (8). Echipat astfel, corpul sondezei se introduce în substrat prin rotire (6) pînă la adîncimea de unde dorim să recoltăm proba. În acest moment, jugul se învîrtește în sens invers (5) de cîteva ori, timp în care aripioarele clapetelor, frecîndu-se de

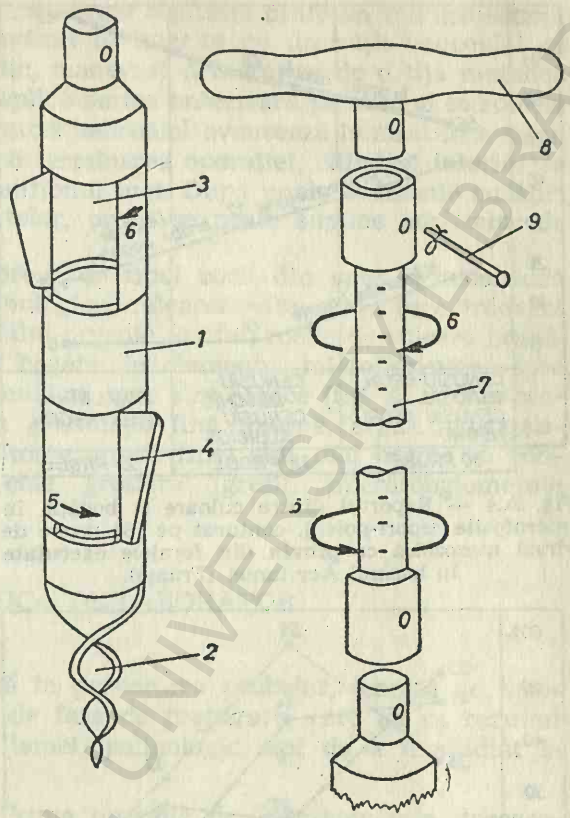


Fig. A.3 — Sondeza Hiller, o variantă modificată, utilizată pentru luarea probelor din turbă, argile, marne, loessuri, mîluri etc., construită în laboratorul de geologie de la Universitatea „Al. I. Cuza" Iași de L. Olaru și V. Coliban:

1 — corpul sondezei; *2* — sfredel; *3* — cameră de probe; *4* — clapetă mobilă cu aripioare; *5* — sensul de rotire pentru deschiderea clapetei; *6* — sensul de rotire pentru înaintarea în rocă; *7* — prăjini; *8* — jug; *9* — știft pentru îmbinarea prăjinilor.

[1] Sondeza Hiller, o variantă modificată, a fost construită și în Laboratorul de geologie al Universității „Al. I. Cuza" din Iași, de șef de lucrări dr. L. Olaru și tehn. V. Coliban.

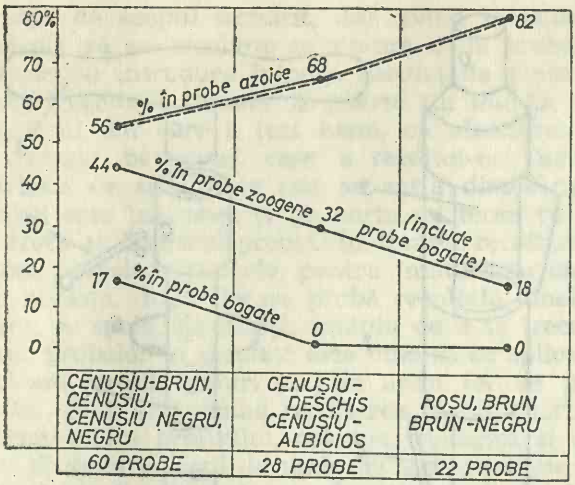


Fig. A.4 — Raportul dintre culoare și bogăția în microfosile (spori-polen), conturat pe 154 probe de vîrstă mezozoică ce provin din forajele executate în bazinul Acvitaniei (Franța).

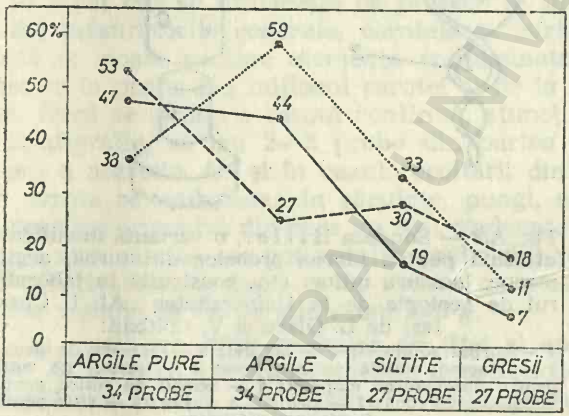


Fig. A.5 — Raportul dintre litofacies și bogăția în microfosile (spori, acritarchi, chitinozoare) pentru 124 probe de vîrstă silurian-devonian, ce provin din forajele executate în Sahara.

pereții găurii sondezei, deschid camerele de probe și le umplu cu material ros de pe pereți. Apoi se învîrtește din nou jugul în sens normal și se trag afară toate prăjinile împreună cu corpul sondezei. În acest fel s-au recoltat simultan două probe la o distanță de 15 cm una de alta. După această operație, sondeza se curăță, se spală și se pregătește pentru o nouă prelevare de probe. Se pot recolta probe din cărbuni, șisturi cristaline, sare, silexuri etc., procedeele de recoltare fiind adaptate fiecărui caz în parte. În toate cazurile se urmărește cu atenție ca probele să nu se contamineze între ele sau să fie contaminate cu spori și polen din atmosferă. De asemenea, în funcție de scopul cercetării palinologice (cercetare sistematică, corelare stratigrafică regională, scopuri productive etc.), diferă modul de probare, numărul de probe, procedeele utilizate și chiar prepararea de laborator.

Pe lîngă sondeza Hiller prezentată se utilizează în prelevarea probelor și *carotiera de mînă*. Carotiera de mînă este un instrument portabil, construit pe principiul carotierii automate folosită în instalațiile de foraj, utilizată în obținerea de eșantioane de dimensiuni reduse (10—30 cm lungime, 1—4 cm în diametru) din aflorimente. Se cunoaște din practica curentă că prelevarea de eșantioane din deschideri naturale trebuie precedată de îndepărtarea stratului de alterație superficială, care în anumite situații se poate situa pe o grosime de 20 cm de la suprafață. Carotiera de mînă are avantajul că poate extrage printr-o manipulare simplă, de tip burghiu, eșantioane de rocă de sub stratul de alterație, eliminînd operațiile de îndepărtare prin săpare sau de desco-

pertă a acestuia. Carotiera de mînă este alcătuită dintr-un tub metalic cu diametrul între 1—5 cm, prevăzut în interior cu un cuțit helicoidal ce glisează pe un cilindru metalic, manevrat prin rotire de o tijă metalică cu mîner. Cînd o utilizăm se aplică partea anterioară pe strat și se rotește cilindrul interior, care prin cuțitul helicoidal avansează în strat încastrînd treptat cilindrul interior. După terminarea operației, cilindrul interior se demontează, extrăgîndu-se eșantionul luat. După unele eventuale curățiri ale eșantionului sau fragmentelor, proba se poate supune analizelor de laborator.

Ca aspect general, indiferent de tipul rocii din care se recoltează probele pentru analizele palinologice, culoarea este aceea care trădează prezența sau absența materialului organic. Astfel, rocile de culoare brună, neagră, de obicei sînt foarte bogate în elemente microfloristice, spre deosebire de cele deschise la culoare care sînt sărace (fig. A. 4). De asemenea, rocile pelitice sau cu granulație fină (marne, argile,calcare,șisturi bituminoase, șisturi grafitoase, gresii fine) sînt mai bogate în conținut de microfloră decît cele grosiere (gresii, microconglomerate (fig. A. 5).

6. TEHNICA DE LABORATOR

Etapă de mare importanță în prepararea probelor, tehnica de laborator presupune o înlănțuire de faze de preparare, care au ca rezultat final obținerea preparatului (lamei) palinologic, apt de a fi studiat la microscop.

Dezagregarea mecanică. Prima operație de laborator este dezagregarea mecanică și are ca scop pregătirea materialului pentru obținerea preparatului. La început se sfărîmă probele cu ciocanul pe o placă metalică, într-o piuliță sau într-un mojar pînă se obține o pulbere relativ fină. Apoi se trece prin sită acest material (ochiurile sitei fiind de 0,8 mm.) Materialul care trece prin sită va fi supus ulterior prelucrării.

Dezagregarea mecanică se poate face și cu ajutorul ultrasunetelor, o metodă modernă folosită pentru obținerea într-un timp scurt și la dimensiunile dorite a unui mare număr de probe. Aplicarea acestei metode este mai dificilă din cauza procurării cu greutate a generatoarelor de ultrasunete.

Se pot utiliza pentru măcinat și diverse tipuri de mori, care oferă de asemenea material la dimensiunile dorite. Dacă probele provin din argile sau marne consistente, punîndu-se în apă, acestea se înmoaie și se obțin probe suficient de bune ce nu mai trebuie dezagregate mecanic.

În general se pot aplica mai multe metode de dezagregare, în funcție de dotare și de materialul ce trebuie distrus. Obiectivul principal este obținerea unor probe cu o granulație mai mică de 0,8 mm, care să poată fi ușor atacat de acizi. Probele nu se mojarează deoarece în felul acesta se distruge tot conținutul de microfloră din ele.

Dezagregarea chimică. Dezagregarea chimică durează mai mult și trebuie efectuată cu foarte mare atenție de către un personal cu pregătire în tehnica de laborator.

Rezultatele finale depind în mare măsură de execuția corectă a dezagregării chimice. În cele ce urmează vom prezenta mai întîi o metodă clasică de dezagregare chimică, urmînd ca apoi să dăm și unele rețete specifice.

a) *Distrugerea carbonaților* este operația incipientă a dezagregării chimice. În acest scop, dat fiind faptul că toate probele conțin sub diferite forme carbonați, se iau probe cîntărite de 50—100 g și se pun de preferință în pahare Berzelius de 800 sau 1 000 ml. Pe pahare se notează simbolul și numărul probelor. Peste material se toarnă acid clorhidric, tehnic sau pur, de preferință concentrat (se poate utiliza și la concentrații mai reduse). Acidul se toarnă puțin cîte puțin pînă cînd probele din pahare se transformă în noroi. Probele cu un conținut mare în carbonați fac o puternică efervescență, iar cele cu conținut mic vor face o slabă efervescență. Operația se execută sub nișă, agitînd din cînd în cînd conținutul paharelor cu o baghetă de sticlă. Probele cu efervescență slabă se pun pe o baie de nisip, pentru ca reacția să se activeze. În general, probele se lasă cu acid clorhidric 24 de ore, timp în care se consideră că distrugerea carbonaților s-a făcut în totalitate. Dacă prin adăugare de acid clorhidric efervescența continuă, atunci etapa aceasta de dezagregare a carbonaților se prelungește. Pentru agitarea probelor nu se folosește aceeași baghetă la mai multe probe, întrucît există pericolul contaminării probelor.

După terminarea tratării cu acid clorhidric, probele se spală prin decantare liberă cu apă potabilă sau distilată, de mai multe ori, pînă se obține un *p*H neutru, ce se controlează după fiecare spălare cu hîrtie indicatoare. În acest fel, eliminîndu-se carbonații din probă, urmează etapa următoare.

b) *Distrugerea silicaților* este următoarea fază de lucru în laborator. Aproape toate rocile, chiar și cele carbonatate conțin silicați sub diferite forme. Rocile silicioase conservă foarte bine microflora; de aceea eliminarea cu atenție a silicaților din probe conduce la obținerea unor bune preparate palinologice.

Mai întîi se face transferarea probelor din paharele de sticlă în pahare de material plastic și se înlocuiesc baghetele cu baghete de material plastic, toate acestea în vederea dezagregării cu acid fluorhidric (HF). Se toarnă, tot cîte puțin, acid fluorhidric concentrat, în fiecare pahar, agitînd probele cu baghetele. Reacția este exotermă, acțiunea acidului fluorhidric fiind intensă. Dacă reacția este prea lentă, paharele de plastic se pot încălzi pe o baie de nisip. Întrucît acidul fluorhidric este foarte coroziv și toxic, toată operația se execută sub nișă, se folosesc mănuși de protecție (chirurgicale), iar dacă nișa nu funcționează bine se utilizează masca de gaze. Probele se țin în acid fluorhidric minimum 48 de ore, alteori (șisturi cristaline cu impregnații mineralizate) această fază de dezagregare se prelungește pînă la o săptămînă. După aceasta, probele se spală, prin decantare, cu apă potabilă sau distilată, de mai multe ori, pînă se ajunge la un pH neutru.

c) *Oxidarea* materialului din probe este o operație de finețe, de care depinde realizarea unui preparat clar, vizibil la microscop. Probele se transferă din nou în pahare de sticlă. La probele ce provin din roci vechi, cu conținut microfloristic bine fosilizat, oxidarea materialului începe prin tratarea cu acid azotic (HNO_3). În fiecare pahar se toarnă acid azotic (fumans), operația executîndu-se numai sub nișă. Probele se agită, iar dacă reacția nu se produce violent se mai adaugă acid azotic. Se utilizează acidul azotic și la rocile mai tinere, mezozoice și chiar paleogene, cum ar fi șisturile bituminoase oligocene. Oxidarea cu acid azotic are ca scop eliminarea acizilor humici, ce îmbibă materia organică, dîndu-i o culoare brun-închis, ceea ce nu-i permite să fie observată la microscop. Operația aceasta este deci operația de decolorare a materiei organice. Oxidarea cu acid azotic se face permanent sub observație la microscop. Din 5 în 5 minute sau mai mult se controlează fiecare probă la microscop, întrucît oxidantul este foarte puternic. Cînd microflora este suficient de decolorată, căpătînd o culoare galbenă, se oprește operația, prin umplerea paharelor cu apă. Apoi se face spălarea prin decantare, ca și în cazurile anterioare, pînă se ajunge la un *pH* neutru. Ca oxidanți se pot folosi: apa oxigenată sau perhidrolul (H_2O_2), apa regală (NH_3+HCl), reactiv Schulze (NHO_3+KClO_3) ș.a.

d) *Tratarea cu hidroxizi* (alcalii) este operația obligatorie, ce urmează unei oxidări cu un oxidant puternic. Uneori, în special la probele ce provin din roci tinere, se trece direct la tratarea cu hidroxizi, fără a se utiliza în prealabil un oxidant puternic. De obicei se folosesc hidroxizii de sodiu (Na OH) sau potasiu (KOH) în soluție diluată (5—10%). Se mai poate folosi și hidroxidul de amoniu (NH_4OH). Tratarea cu hidroxizi se face la rece, 15—30 minute, sau la cald, după care probele se spală de cîteva ori, pînă se ajunge din nou la un *pH* neutru.

Cu această operație se termină dezagregarea chimică, care uneori poate ține 10—15 zile sau chiar mai mult, dar care este foarte importantă în pregătirea unui bun preparat palinologic.

Centrifugarea în lichide grele. Operația de centrifugare în lichide grele se execută în laborator și are ca scop separarea fracțiunii organice de fracțiunea minerală. Pentru o bună centrifugare este necesar ca laboratorul să fie dotat cu o centrifugă cu patru sau mai multe cuve de 100 ml fiecare (ex. centrifuga Hans Janetzki — R.D.G.). Ca lichide grele se utilizează clorura de zinc ($ZnCl_2$), iodura de cadmiu (CdI_2), bromura de zinc ($ZnBr_2$), iodura de cadmiu și potasiu ($CdI_2 \cdot 2KI$), bromoformul ($CHBr_3$), tetrabrometanul ($C_2H_2Br_4$) ș.a. În laboratoare se utilizează clorura de zinc cu densitatea 1,9—2,1 și iodura de cadmiu cu densitatea 2,1—2,4, care sînt mai puțin toxice și pot fi recuperate pentru refolosire. După pregătirile preliminare se pune, în fiecare eprubetă din cuvele centrifugii, cîte o probă, peste care se toarnă lichidul greu. Se are în vedere ca în fiecare eprubetă să fie 1/3 probă și 2/3 lichid greu. Conținutul fiecărei eprubete se amestecă bine cu o baghetă, se echilibrează la balanță, apoi se introduce în centrifugă. Viteza (între 1 500—2 500 rot/min) și timpul de centrifugare depind de probe, de viscozitatea lichidului, mărimea și densitatea microflorei din probe, capacitatea cu-

velor centrifugii. Viteza de cădere a microflorei în eprubete derivă și din ecuația lui Stokes, unde:

$$v = \frac{2(d_1 - d_2)\, g \cdot r^2}{9\eta}$$, în care:

v este viteza de cădere a sporilor și polenului în cm/s;
d_1 — densitatea granulelor de spori și polen;
d_2 — densitatea lichidului;
g — accelerația în cm/s/s (980 cm/s/s);
r — raza granulelor de spori-polen;
η — viscozitatea lichidului în poise.

Centrifugarea durează 10—15 minute, timp în care centrifuga se mai oprește din cînd în cînd și se agită numai materialul în suspensie din eprubete, folosind baghetele de sticlă. După terminarea centrifugării se adună cu o pipetă (se pipetează) inelul de material organic, ce s-a format în partea superioară a lichidului din fiecare eprubetă și se depozitează într-un flacon sau tubușor de sticlă. Lichidul greu se varsă într-un vas cu reziduuri pentru recuperare, iar fracțiunea minerală depusă pe fundul eprubetei se aruncă. Fracțiunea organică colectată în flacon se spală prin centrifugare cu apă distilată acidulată 1—2%, apoi se depozitează într-un tubușor de sticlă, în mediu fixator de gelatină-glicerină. În acest mediu, ce se prepară în laborator, materia organică astfel obținută poate sta multă vreme. Ca medii fixatoare se mai pot folosi balsam de Canada, rășini sintetice, mase plastice ș.a.

Montarea preparatului. Tubușorul cu proba obținută în urma centrifugării se încălzește, fie în etuvă, fie în baie de apă, pînă în momentul în care amestecul din interior devine lichid (mediul fixator la temperatura normală este solid). Cu o pipetă sau o baghetă de sticlă se iau din tubușor 1—2 picături din acest amestec și se pun pe o lamă de sticlă, peste care se aplică o lamelă. Cu un vîrf subțire sau cu bagheta apăsăm ușor pe lamelă, pentru ca picăturile de probă de sub lamelă să ocupe toată suprafața acesteia. Lama se lasă așa cîtva timp, la temperatura camerei, să se răcească. Dacă vrem să executăm un preparat pentru o perioadă mai lungă, marginile lamelei se lutează sau se aplică o rășină sintetică. În dreapta lamei se pune o etichetă cu datele de identificare a probei. Cu aceasta preparatul palinologic este gata pentru a fi studiat la microscop.

Studiul preparatelor palinologice la microscop. Analiza la microscop se face sistematic, după coordonate rectangulare, în așa fel ca să se cuprindă întreaga suprafață a preparatului. În acest fel, poziția fiecărui element palinologic din preparat poate fi riguros determinată după cele două axe rectangulare: X, Y. Pentru aceasta se utilizează un microscop de preferință binocular prin transmisie cu platina mobilă cu care se poate mișca pe cele două direcții de axe rectangulare. După trecerea prin cîmpul microscopic a întregii suprafețe a preparatului palinologic, sporii și polenul determinat se înscriu în buletinele palinologice cu genul, specia și numărul de exemplare pentru fiecare. După completarea buletinelor palinologice se trece la interpretarea acestora pe baza frecvenței speciilor, a predominării în asociație a unora asupra celorlalte etc. În

timpul lucrului la microscop sau după aceea se fac microfotografii, care au un rol foarte important în determinarea elementelor palinologice (spori, polen, microfitoplancton).

Procedee specifice de prelucrare a probelor în laborator. În funcție de alcătuirea mineralogică a probelor, a gradului de carbonificare sau a scopului strict urmărit prin prelucrarea probelor în laborator, se apelează la unele metode specifice de pelucrare în laborator.

Sulfații, ca anhidritul ($CaSO_4$) și gipsul ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), sînt dizolvați de acidul clorhidric la cald sau acidul azotic, în soluție 10%. Reacția este grăbită prin folosirea unui generator de ultrasunete pentru 2—3 minute în timpul acțiunii soluției. Anhidritul și gipsul sînt solubili de asemenea în tiosulfat de sodiu sau soluție de sulfat de amoniu (NH_4SO_4).

Sulfidele (sulfurile), ca pirita (FeS_2) și marcasita (FeS_2), intră frecvent în alcătuirea rocilor sedimentare și în procent mai mare în șisturile cristaline sau cărbuni. Sulfidele sînt solubile la rece în acid azotic concentrat (HNO_3), ținute timp de 10 minute pînă la 24 ore. Uneori, ca de exemplu în cazul marcasitei, este necesară o fierbere în acid azotic, însă controlată, deoarece materia organică se poate oxida prea puternic.

Substanțele bituminoase sînt solubile în nenumărați solvenți organici: acetonă, alcool, benzen, cloroform, eter, gazolină, kerosen, fenol, piridină, xilen etc.

Piridina (C_5H_5N) se utilizează în același timp și pentru preoxidarea cărbunilor cu un înalt grad de carbonificare. În cazul bituminelor se poate utiliza și o soluție de metanol-acetonă-benzen în proporție de 15 : 15 : 70%. În urma dizolvării, materialul obținut se centrifughează, apoi se filtrează, rezultînd extractul de spori-polen.

Turba, cu o cantitate mică de substanțe minerale, poate fi preparată prin metoda de alcalinizare. Se utilizează o soluție de KOH sau NaOH 10%. Amestecul se fierbe 3—5 minute, iar după răcire se centrifughează, pînă ce se separă elementele microfloristice de eventualele impurități minerale. Dacă turba conține multe substanțe minerale, se aplică metoda clasică descrisă mai sus, sau metoda de preparare oxisulfurică. În cazul celei din urmă, se folosește acidul acetic glacial (CH_3COOH) și o soluție de clorat de potasiu sau sodiu. Peste această soluție se toarnă cu precauție, picătură cu picătură, 1 cm^3 de acid sulfuric 80%. După o pauză, proba de turbă acoperită de această soluție se centrifughează, apoi materia organică recoltată se spală cu apă. În continuare se umectează substanța organică cu eter și acetonă, se spală, se amestecă din nou cu acid sulfuric, iar după un repaus de 3 ore și după eliminarea apei prin centrifugare se introduce proba în KOH 0,5%. După o nouă spălare, preparatul obținut se colorează cu albastru de metilen foarte diluat. Se pot face, apoi, preparate palinologice pentru studiu la microscop.

Cărbunii necesită de asemenea procedee speciale de preparare. Pentru prepararea cărbunilor este necesară folosirea unor reactivi sau substanțe foarte oxidante.

a) *Procedeul de preparare Schultze* folosește reactivul Schultze obținut dintr-o soluție saturată de acid azotic (20 părți) cu densitatea 1,16

și clorat de potasiu (3 părți). La preparare, amestecul poate produce explozie.

b) *Procedeul de preparare Zetzsche* utilizează bromul cu greutatea specifică 1,5—1,54 și acidul azotic concentrat cu greutatea specifică 1,4.

c) *Procedeul de macerare cu apă oxigenată* se utilizează mai ales pentru cărbunii inferiori.

Pentru cărbunii superiori se utilizează amestecul Lüber (HNO_3+ +NaCl), amestecul cromic (H_2SO_4+CrO_3) și apa regală. În rest preparare se face ca și la metoda clasică.

Acești oxidanți puternici se folosesc și pentru șisturile cristaline grafitoase, filitoase, jaspuri, arcoze sau alte roci care se dezagregă mai greu.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

VARIAȚIA FRECVENȚELOR PALINOMORFELOR ÎN DEPOZITELE GEOLOGICE ȘI METODELE DE REPREZENTARE GRAFICĂ

Determinarea calitativă a poleno-sporilor și a formelor asemănătoare este urmată de o a doua etapă — cantitativă —, în cadrul căreia se procedează la numărarea granulelor ce revin la fiecare categorie sistematică în parte (în general gen, eventual specie sau categorii sistematice superioare — familie, ordin etc.). În fine, într-o ultimă etapă are loc reprezentarea grafică corespunzătoare.

Suma tuturor granulelor de poleno-spori (și forme asemănătoare) numărate și — exprimate fiecare în parte în procente — reprezintă spectrul sporo-polinic al eșantionului analizat. Reprezentarea grafică a spectrului se face prin diagrama sporo-polinică, care nu poate fi generalizată la toate formațiunile geologice, ci și în special la ale cuaternarului.

Înregistrarea cantitativă și reprezentarea grafică diferă metodologic, fiind funcție de mai mulți factori. Mai departe vom exemplifica modul cum se execută în formațiuni cuaternare și în depozite precuaternare.

Pentru cuaternar, analizele sporo-polinice vizează îndeosebi formațiuni de turbă, ce oferă condiții excepționale de conservare pentru microfloră. De fapt, așa după cum s-a arătat în capitolul I, acestea au constituit primul obiect de investigare din partea palinologilor.

Într-o primă fază a analizei sporo-polinice, cercetătorii au numărat 100 de granule de polen aparținînd esențelor forestiere. Ulterior, s-a remarcat, cu justețe, că această cantitate este insuficientă pentru o reprezentare certă a rezultatelor analizei. Din acest motiv, cu al treilea deceniu al veacului nostru s-a trecut la numărarea a 150—200 de granule, ajungîndu-se în prezent la 250—300 — valoare considerată pe deplin suficientă, în măsură să elimine o serie de erori. Metodologia de lucru este următoarea:

— Pentru fiecare eșantion se numără 250—300 de grăuncioare de polen aparținînd arborilor. În anumite situații, polenul de *Alnus* este numărat separat (pentru că existau etape în care turbăria a fost acoperită de *Alnus* și în acest caz luarea lui în considerare în ansamblul arborilor ar „ecrana" reprezentarea grafică a celorlalte esențe arborescente). Adăugăm că, în anumite profile cuaternare, tot separat se numără polenul de *Corylus* și *Salix* (care după cum se știe, se găsesc în subarboret și nu fac parte din masivul forestier propriu-zis). Mai pre-

cizăm că polenul de *Quercus, Ulmus, Tilia,* pe lîngă reprezentarea separată, este figurat și împreună cu „*Quercetum mixtum*".

Apoi, se calculează, în procente, cantitatea fiecărei esențe lemnoase (în raport cu totalul de granule numărate).

În exemplul ce se va da s-au numărat 250 de granule de polen de arbori și separat s-au numărat granulele de *Salix* și *Corylus:*

Pinus	83	granule	33,2%
Picea	11	„	4,4%
Betula	92	„	36,8%
Alnus	22	„	8,8%
Carpinus	1	„	0,4%
Ulmus	2	„	0,8%
Acer	38	„	15,2%
Tilia	1	„	0,4%
Total	250	granule = 100% polen de arbori	
Corylus	16	granule	28,5%
Salix	40	„	71,5%
Total	56	granule = 100% polen de arbuști	

— Se numără granulele de polen ce aparțin plantelor ierboase, procedîndu-se mai departe la calculul procentual pe familii (eventual genuri):

Gramineae	4	granule	7,5%
Cyperaceae	12	„	22,7%
Caryophyllaceae	12	„	22,7%
Cruciferae	7	„	13,3%
Rosaceae	1	„	1,9%
Labiatae, Compositae	17	„	30,4%
Total	53	granule = 100% polen plante ierbacee	

— Se mai numără sporii de mușchi și ferigi[1]:

Sphagnum	5	granule	34%
Polypodiaceae	10	„	66%
Total	15	granule = 100%	

— Ulterior se face un calcul procentual al fiecărei grupe numărate, în raport cu suma generală (250+56+53+15=100%). În exemplul dat vom avea:

Arbori	= 66,8%
Corylus, Salix	= 15%
Plante ierbacee	= 14,2%
Spori de mușchi și ferigi	= 4%.

[1] Adeseori, cînd numărul lor este sub 50, nu se iau în calcul.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cazul analizei unor profile cuaternare, palinologii numără separat polenul de arbori, pe care-l notează cu ΣAP („arbor pollen") și polenul de „nearbori" ΣNAP („non-arboreal pollen"), în care se includ plantele ierboase[1] (Gramineae, Cyperaceae etc.) și unii arbuști (de ex. Ericaceae etc.).

Găsim profile cuaternare în care au fost însumate laolaltă: polenul de arbori, de arbuști și de plante ierboase (este cazul, de exemplu, al analizei reprezentate în diagrama din fig. 84).

Vom stărui mai departe asupra modului cum s-a făcut numărătoarea în profilul cuaternar de la Tăul Zănoguții, Munții Retezat (E. Pop, I. Lupșa, N. Boșcaiu, 1971), care oferă la ora actuală cea mai cuprinzătoare imagine a istoriei vegetației tardi- și postglaciare din România. Frecvențele reprezentate în diagrama sporo-polinică din fig. 85 au fost calculate în raport cu suma totală a polenului identificat (ΣAP+ +ΣNAP), care a variat între 170—502 granule, realizîndu-se în cazul tuturor orizonturilor analizate suma celor 150 de granule de polen de arbori (ΣAP). Așa după cum se observă din reprezentarea grafică, polenul de *Alnus* nu a fost calculat separat, căci mlaștina nu fusese acoperită preponderent, în nici o etapă, de acest copac. Participarea restrînsă a polenului de *Salix*, *Corylus* a permis reprezentarea lor în cadrul aceleiași sume totale de care am amintit. *Quercus* — *Ulmus* — *Tilia* sînt reprezentate prin valori reduse, dar aproape continue pe toată înălțimea profilului; a fost reprezentată și însumarea lor *(Quercetum mixtum)*. S-a apelat la reprezentarea procentuală a diferitelor grupe sistematice în raport cu suma totală (ΣAP+ +ΣNAP), spre a se putea prezenta cît mai fidel raportul între arborii și plantele ierboase din tardiglaciar. Dealtfel, în profilele cuaternare care includ secvențe mai vechi (anteboreal) acest mod de lucru pare cel mai concludent. În fine, în profilul arătat, s-au numărat separat sporii.

Fig. B.1 — Semne convenționale pentru reprezentarea diferiților polenospori, pe diagramele sporo-polinice.

[1] Eventual și acestea se subîmpart în: acvatice și terestre.

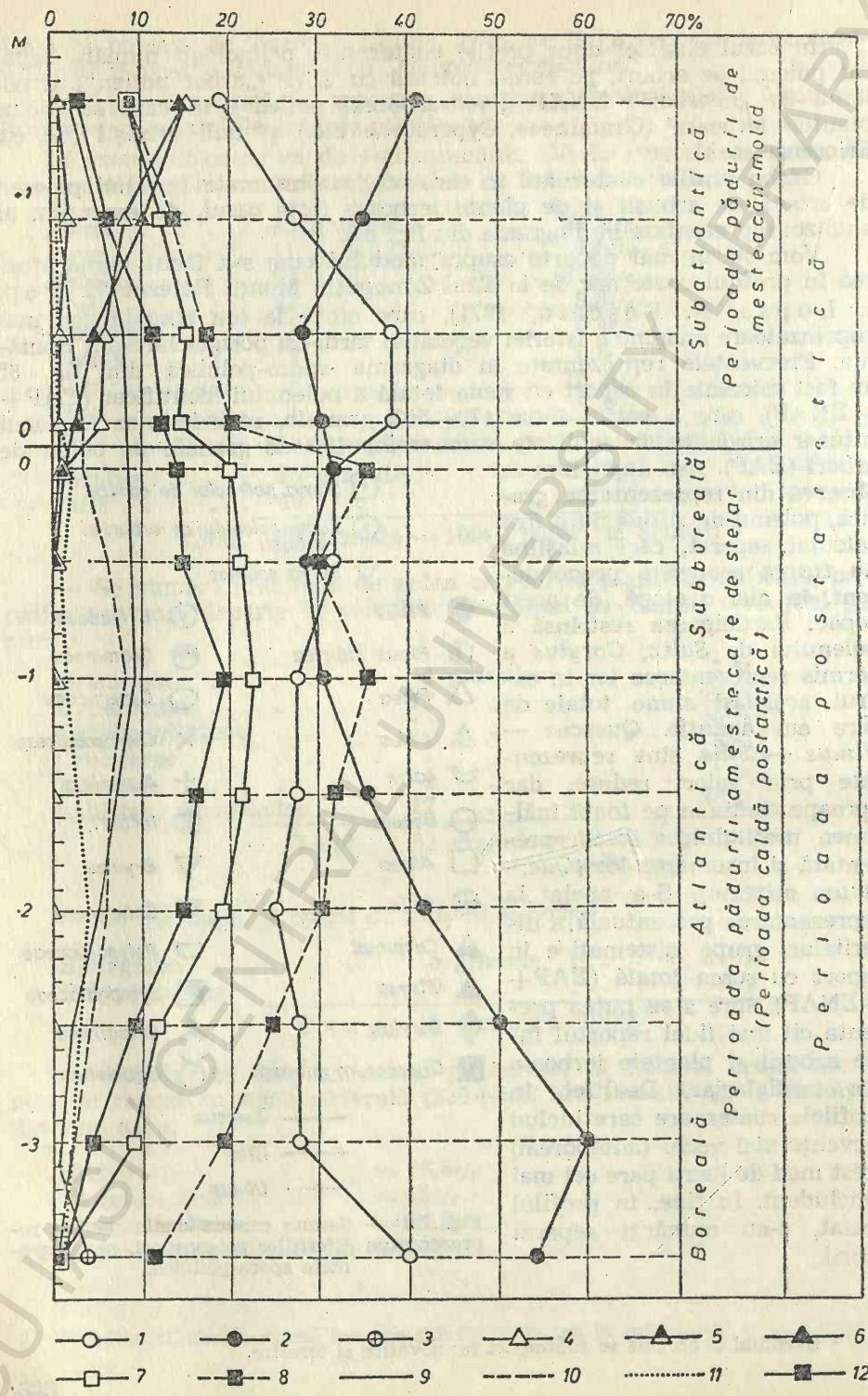


Fig. B.2 — Diagramă sporo-polinică de tip von Post în cuaternarul din Elveția: *1 — Betula; 2 — Pinus; 3 — Salix; 4 — Picea; 5 — Carpinus; 6 — Fagus; 7 Alnus; 8 — Corylus; 9 — Quercus; 10 — Tilia; 11 — Ulmus; 12 — Quercetum mixtum.*

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Reprezentarea grafică a poleno-sporilor cuaternari în cadrul diagramelor sporo-polinice poate să fie abordată diferit.

DIAGRAMA VON POST. La construirea acestor tipuri de diagrame, pentru fiecare arbore, plantă ierboasă etc. se întrebuinţează anumite semne convenţionale (fig. B.1). Aceste semne au fost stabilite de autorii suedezi, fiind acceptate în prezent ca semne internaţionale.

Aşa după cum se vede din fig. 84, în partea stîngă a diagramei (pe ordonată) se reprezintă coloana litologică a profilului studiat, cu indicarea adîncimilor de unde s-au luat eşantioanele supuse analizei. Pe unele diagrame (fig. B.2) se semnalează doar adîncimile, fără să se mai dea coloana litologică. Pe abscisă, în partea superioară, se trece procentul poleno-sporilor. În figura 84, fiindcă sînt incluse în calcul şi plantele ierboase, reproduse printr-o „diagramă haşurată unilaterală", procentul lor de participare (deci, a plantelor ierboase) s-a trecut în partea inferioară a diagramei.

Fiecare esenţă este reprezentată (prin semne convenţionale), în cadrul probelor analizate, în dreptul cantităţii procentuale determinate prin calcul. Ulterior, semnele convenţionale ce ţin de o aceeaşi esenţă vegetală sînt unite prin linii frînte.

Astfel de diagrame sînt întrebuinţate pentru depozite cuaternare — unde numărul plantelor identificate este relativ restrîns. Desigur, în cazul unui număr mai mare de plante identificate în profilul cercetat, o astfel de diagramă riscă să fie ilizibilă chiar pentru cuaternar. În precuaternar, unde spectrul sporo-polinic este mult mai variat, o astfel de diagramă nu poate să fie folosită.

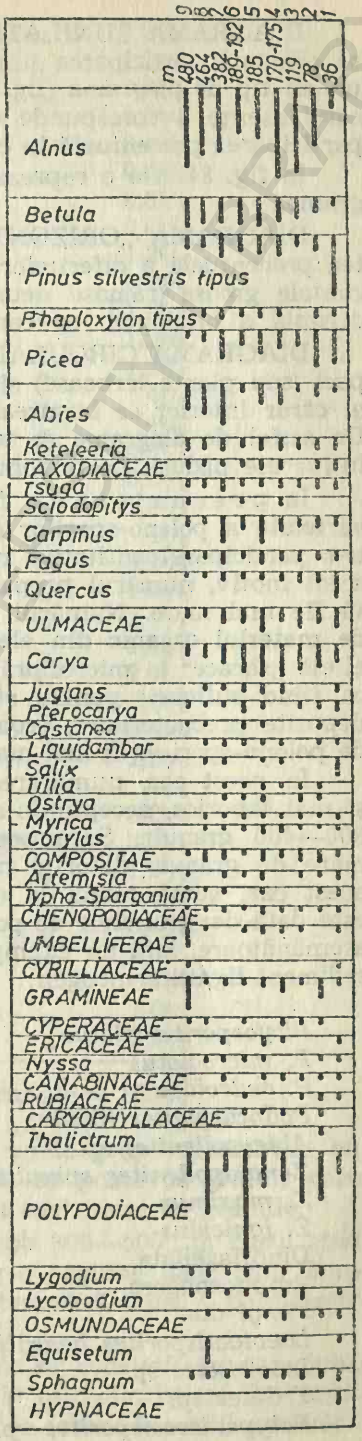


Fig. B.3 — Diagramă sporo-polinică „orizontală" asupra pliocenului superior-cuaternar inferior, interceptat într-un foraj din bazinul Ciuc.

DIAGRAMA „UNILATERALĂ". În cazul cînd în profilul cercetat se constată participarea unui număr însemnat de plante, se uzează de un alt tip de diagramă (fig. 85). În principiu, în astfel de diagrame, fiecărei esențe îi corespunde o ordonată, în dreapta căreia se reprezintă participarea procentuală în cadrul spectrului sporo-polinic.

În fig. 84 este o reprezentare combinată a celor două tipuri de diagrame.

DIAGRAMA „ORIZONTALĂ". În unele studii cuaternare, cantitatea procentuală a diferitelor esențe este exprimată grafic prin linii orizontale groase (rămase neunite). Aceste linii sînt figurate în partea dreaptă a ordonatei, ce corespunde fiecărui taxon numărat (fig. B.3).

DIAGRAMA CIRCULARĂ. Valorile de participare ale diverșilor copaci (sau plante ierboase) sînt reprezentate grafic prin sectoare de cerc al căror interior se haşurează potrivit unor semne convenționale alese. De astfel de diagrame se uzează mai ales cînd ilustrăm variante evolutive ale pădurii pe orizontală sau verticală, din regiuni mai mari.

În precuaternar formațiunile se caracterizează printr-o mare varietate a poleno-sporilor (și forme asemănătoare), dar adeseori printr-o participare cantitativă redusă (în raport cu turbele cuaternare). Din acest motiv, numărul preparatelor ce se fac din aceeași probă trebuie să fie mai mare. Numărul preparatelor studiate depinde de cantitatea de material organic din ele (unele putînd să fie considerate „bogate", altele „sărace" în microfloră), cît și de numărul de poleno-spori apreciat ca fiind suficient pentru stabilirea spectrului sporo-polinic. Și pentru depozite precuaternare, eroarea va fi cu atît mai mică cu cît numărul de poleno-spori va fi mai mare.

În acest caz, numărarea granulelor microfloristice este un proces și mai laborios, acceptîndu-se ca fiind suficient un număr de cel puțin 300—400 granule. Se procedează la înregistrarea unui număr relativ mare de granule datorită marii variații a vegetației precuaternare. În acest caz, suma totală la care se calculează procentul de participare este dată de: granulele de polen+granulele de spori+granulele de forme asemănătoare. Iată un exemplu privind conținutul microfloristic al unui sediment lignitifer neogen:

Pityosporites alatus	20	granule	4%
P. microalatus	44	„	8,8%
P. cedroides	2	„	0,4%
Podocarpidites libellus	4	„	0,8%
Abiespollenites sp.	2	„	0,4%
Zonalapollenites spinulosus	6	„	1,2%
Z. maximus	2	„	0,4%
Z. igniculus	2	„	0,4%
Dinoflagellata	20	„	4%
Psophosphaera	14	„	2,8%
Fungi div.	2	„	0,4%
Laevigatisporites haardti	12	„	2,4%
Leiotriletes sp.	6	„	1,2%
Triletes sp.	6	„	1,2%
Polypodiaceoisporites sp.	14	„	2,8%

Filicineae div.	16	„	3,2%
Muscites	6	„	1,2%
Pinaceae div.	4	„	0,8%
Inaperturopollenites hiatus	4	„	0,8%
I. dubius	2	„	0,4%
Taxodiaceae-Cupressaceae	2	„	0,4%
Coniferae div.	4	„	0,8%
Ephedripites sp.	2	„	0,4%
Magnolipollis neogenicus	6	„	1,2%
Polyporopollenites stellatus	6	„	1,2%
Polyvestibulopollenites verus	6	„	1,2%
P. undulosus	6	„	1,2%
Periporopollenites carpinoides	6	„	1,2%
Subtriporopollenites simplex	20	„	4%
Triatripollenites c. punctatus	20	„	4%
T. cf. microcoryphaeus	4	„	0,8%
Tricolporopollenites sp. (Quercus)	16	„	3,2%
Tricolpopollenites sp. (Quercus)	8	„	1,6%
Triatripollenites myricoides	20	„	4%
Trivestibulopollenites betuloides	12	„	2,4%
Tricolporopollenites sp. (Fagus)	8	„	1,6%
T. kruschi	12	„	2,4%
Nyssaceae sp.	8	„	1,6%
Intratriporopollenites instructus	12	„	2,4%
Tricolporopollenites illiacus	2	„	0,4%
T. margaritatus	2	„	0,4%
Periporopollenites stigmosus	6	„	1,2%
Tricolporopollenites pseudocingulum	20	„	4%
T. sp. (Araliaceae)	16	„	3,2%
Symplocaceae sp.	16	granule	3,2%
Tetracolporopollenites sapotoides	6	„	1,2%
T. manifestus	2	„	0,4%
Tetracolporopollenites sp.	2	„	0,4%
Tetradopollenites ericius	4	„	0,8%
T. callidus	2	„	0,4%
Monocolpopollenites sp.	8	„	1,6%
Gramineae	16	„	3,2%
Total	500	granule	= 100%

Marea varietate a microflorei, din care unele grupe sistematice au o participare restrînsă, este un argument cît se poate de grăitor care susţine necesitatea numărării unui număr cît mai mare de granule.

Desigur, numărul minim poate scădea (sub 300—500), în cazul cînd se fac aprecieri generale microfloristice într-o regiune dată, sau, dimpotrivă, se poate dubla în cazul că se caracterizează d.p.d.v. palinologic un stratotip.

Cu cît se analizează depozite mai vechi, se constată, în principiu, o scădere cantitativă a numărului de granule microfloristice. Din acest motiv, pentru depozite mezozoice şi paleozoice (chiar în cazul realizării

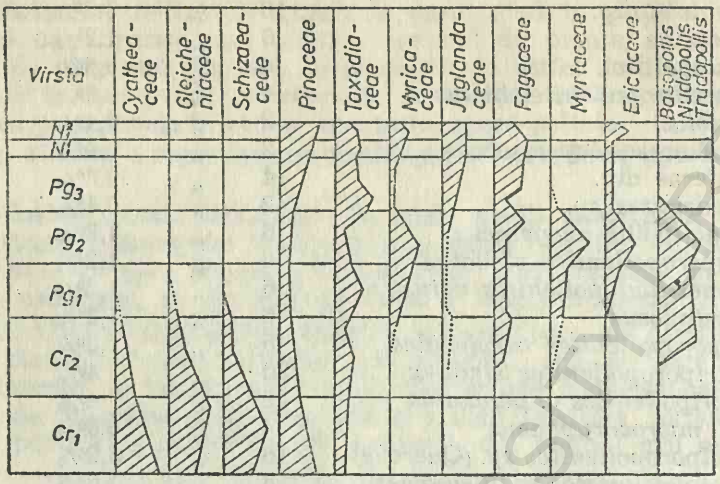


Fig. B.4 — Participarea unor familii de ferigi, conifere şi angiosperme în cretacicul şi terţiarul din Ucraina (după date sporopolinice).

unui număr mare de preparate din acelaşi eşantion) abia se poate realiza numărarea a 100—120 granule.

Evident, pentru roci cristaline, chiar şi în cazul unor eşantioane considerate ca „bogate" în material organic, atingerea unui număr de 100 granule microfloristice pe un eşantion rămîne aproape imposibilă. Din acest motiv, reprezentările grafice ale conţinuturilor microfloristice din astfel de formaţiuni (cristaline şi chiar sedimentare de vîrstă paleozoică, eventual mezozoice) sînt schematice.

Mai departe insistăm asupra modului de întocmire a diagramelor sporopolinice ce vizează îndeosebi depozitele terţiare, mezozoice (eventual paleozoice), „bogate" în material microfloristic.

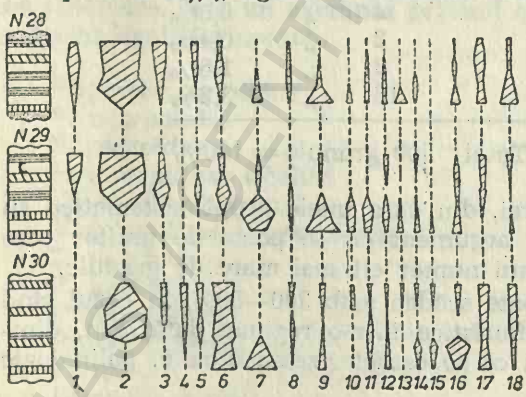


Fig. B.5 — O diagramă de tip „oglindă" cu reprezentarea principalelor tipuri de spori *(1—18)* din formaţiuni carbonifere întîlnite într-un foraj din bazinul Dombas (U.R.S.S.).

DIAGRAMA „UNILATERALĂ". Se foloseşte adeseori pentru reprezentarea grafică a participării procentuale a diferiţilor taxoni dintr-un profil dat.

Acelaşi tip de diagramă poate să fie utilizat pentru reprezentarea grafică a principalelor grupe botanice ce participă de-a lungul unor largi intervale stratigrafice, pe mari areale (fig. B.4).

DIAGRAMA „ORIZONTALĂ". Se întocmeşte în aceeaşi manieră ca şi pentru formaţiuni cuaternare. Se pretează îndeo-

sebi în cazul unor profile cu un număr mare de probe pe metru de profil analizat.

DIAGRAMA „OGLINDĂ". Este o variantă a cele „unilaterale", numai că în acest caz conținutul probei se reprezintă pe ambele părți ale ordonatei, obținîndu-se o figură simetrică (în raport cu ordonata, devenită axă de simetrie) (fig. B.5). Pe axa orizontală, sus sau jos în dreapta, se poate trece numele taxonului reprezentat sau se fac schițe sugestive privind morfologia granulei respective (în acest din urmă caz, schița este însoțită de un număr de ordine; în legenda ce însoțește diagrama se trec explicațiile cuvenite, privind denumirea taxonilor reprezentați și notați cu numere de ordine).

DIAGRAMA CIRCULARĂ. Se folosește pentru exprimarea conținutului microfloristic al unor intervale stratigrafice largi. Rămîne sugestivă cînd se compară diferite perioade geologice între ele sau același interval geologic în cadrul unor areale întinse (fig. B.6).

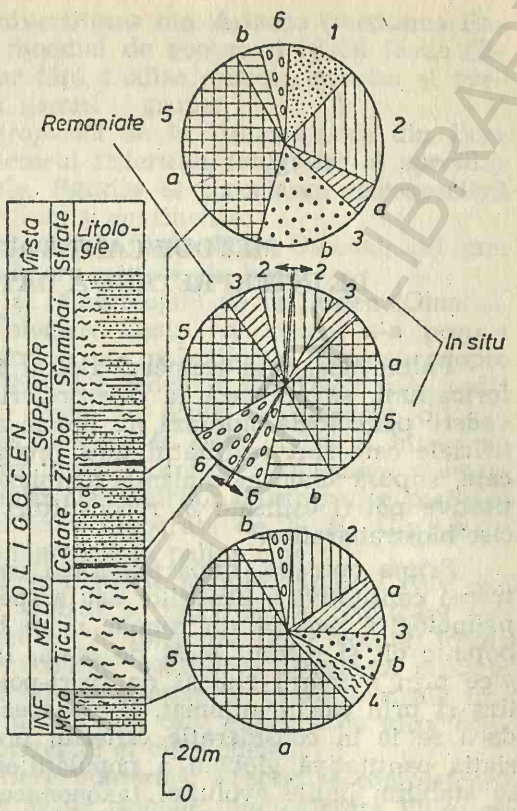


Fig. B.6 — Diagrame sporo-polinice „circulare" asupra unor formațiuni oligocene din nord-vestul Transilvaniei:
1 — Fungi; *2* — Filicineae; *3* — Conifere (*a* — Inaperturata, *b* — Saccites); *4* — Ephedrales; *5* — Angiospermae (*a* — Dicotylae, *b* — Monocotylae); *6* — Diversae.

Desigur, în diferite lucrări palinologice se găsesc și alte modalități de reprezentări grafice ale analizelor sporo-polinice, mai mult sau mai puțin modificate față de variantele pe care le-am prezentat.

Interpretarea diagramelor sporo-polinice. Reprezentarea grafică a analizelor sporo-polinice reușește să redea sintetic prezența sau absența anumitor taxoni din profilul studiat, permițînd o serie de interpretări de ordin: stratigrafic, paleogeografic, paleoclimatic etc. În palinologie nu se apreciază ca satisfăcătoare numai înregistrarea calitativă (prezența sau absența unui gen sau specie), ci și înregistrarea cantitativă pe număr de genuri și specii care reflectă schimbările fitosociologice și de compoziție a microflorelor.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

METODE CANTITATIV-STATISTICE DE INTERPRETARE A DATELOR PALINOLOGICE

Palinologia, prin numărul ridicat în palinomorfe întîlnit în diferite formațiuni, se pretează la interpretări cantitative. Din acest punct de vedere palinologia studiază nu numai asociații fosilizate ci populații artificiale care sînt rezultatul unei producții polinice variate și diversificate, supusă unor mecanisme complexe de sedimentare. Metodele cantitative pot fi utilizate în reconstituiri paleogeografice și în datări precise biostratigrafice.

Prima operație, după stabilirea compoziției calitative, este înregistrarea cantitativă a genurilor sau a speciilor de palinomorfe. O asociație palinologică implică un număr mare de specii ce reflectă atît mediul botanic cît și mediul local de viață. Interpretarea asociațiilor palinologice prin numărul ridicat de spori-polen întîlnit, uneori se poate realiza și prin calcul automat. Biozonarea stratigrafică poate fi ameliorată dacă se ia în considerație criteriul prezență-absență a speciilor și variația cantitativă globală a populațiilor. Prin analiza calitativă reușim să stabilim liniile evoluției taxonomice, în timp ce prin analiza cantitativă se pot stabili fluctuațiile fitosociologice sau mai bine-zis relațiile dintre specii, dintr-o populație sau dintr-o asociație.

Utilizarea analizei cantitative în determinările taxonomice implică elaborarea unor procedee grafice sau a unor metode numerice speciale. În codificarea caracterelor morfologice și a referirilor de nomenclatură se aplică tot calculul automat. Orice specie palinologică trebuie să fie descrisă cu o mare precizie morfografică. Dacă la speciile în viață caracterele utilizate în determinare sînt foarte complexe și multiple, la sporii și polenul fosil, fiind părți sau organe dintr-o plantă (specie naturală), morfologia se supune unor legități structurale binare ce pot fi codificate și deci utilizate în calculator. Asemenea cercetări pe bază codificată reprezintă cercetări de vîrf în domeniul palinologiei, care pe lîngă aparatura necesară implică și crearea unei „bănci" de date palinologice.

Bibliografia automatică. În anul 1972 se cunoșteau în lume 9 000 de titluri de lucrări palinologice, iar producția în sensul ritmului de apariție atingea cam 2 000 de titluri pe an (G. O. W. Kremp, 1973). Unele institute au bănci de date bibliografice trecute pe ordinator, unde tipurile palinologice (mai puțin specii) sînt înregistrate. Dintre aceste „bănci" patru sînt astăzi „operaționale", cu alte cuvinte pot fi consultate în privința taxonilor palinologici și anume:

1) *Paleo Data Bank*, de la Universitatea din Arizona (secțiunea Palyno Data), care deține catalogul mondial de genuri și specii fosile (figurate și cu diagnoza originală dar fără analize critice), precum și prezentarea selectivă pe regiuni, epoci, genuri și grupe;

2) *Laboratorul de geografie tropicală* de la Universitatea din Bordeaux (secțiunea Palinologie), posesorul fișierului fotografic al speciilor cu referiri bibliografice, diagnozele, figurile și cercetarea retrospectivă a genurilor și speciilor, pe zone, regiuni și continente;

3) *Laboratorul grupului Royal Dutch/Shell* (Haga-Olanda), cel mai bine dotat și cel mai bine informat la ora actuală din lume;

4) *Rijksmuseum* (de Geologie și Mineralogie) de la Leiden (Olanda).

Codificarea caracterelor morfologice. Destul de recent s-a propus crearea unei bănci mondiale pentru taxoni palinologici, care să adopte o metodă tip de codificare a caracterelor morfologice. Descrierile codificate ale fiecărui gen sau specie devin în acest fel diagnoze oficiale (universale). Mai mult, transcrierea acestora în date binare și introduse în calculatoare va permite evitarea incertitudinilor taxonomice, cunoașterea sinonimiilor și utilizarea tuturor clasificărilor morfografice posibile. În acest sens, metoda de codificare elaborată de J. H. Germeraad și J. Müller a devenit obligatorie în palinologie.

Metoda se bazează pe un principiu foarte simplu. Autorul care descrie o nouă specie în palinologie, trebuie să imagineze o codificare numerică personală a formelor geometrice, în diagnoză fiind trecute: forma generală, aperturile și sculptura. Această codificare personală trebuie însoțită de scheme adecvate, care vor fi trimise la banca centrală împreună cu o fișă imprimată cu 80 de rubrici, care exprimă cu totul convențional diagnoza cu ajutorul unor reguli și cifre cheie.

Operațiunea practică de descriere numerică. Practic se completează o fișă (punch document), care are 80 de coloane, unde fiecare linie corespunde unei cartele. Descrierea trebuie să cuprindă în ordine (fig. C.1): înregistrarea modulată: linia 1, informația modulată: liniile 1, 2 sau 3, fiecare informație fiind precedată de o cifră cheie (ex. 19=gen, 20=specie, 13=familie, 14=vîrstă, 15=localitatea etc.), toate urmate de semnele x sau S. Descrierea modulată propriu-zisă este indicată succesiv, astfel: care sînt axele perpendiculare ale granulului respectiv în raport de care urmează să se facă descrierele morfologice succesive (axa principală este cea mai mare, axa aperturală este cea care trece prin centrul uneia

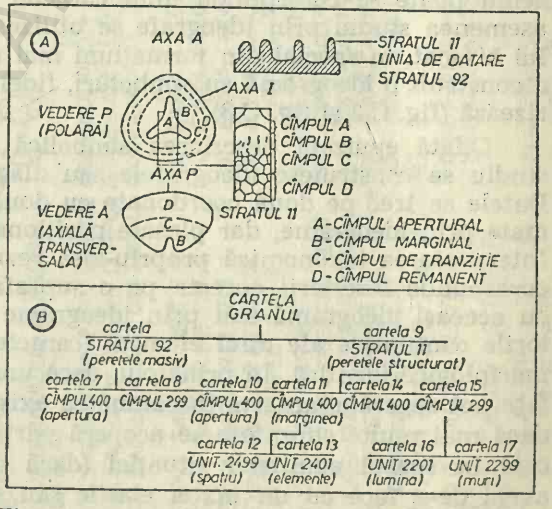


Fig. C.1 — Codificarea elementelor taxonomice la un granul de spor:
A — reprezentarea schematică a granulului; *B* — ordinea de descriere a caracterelor.

sau mai multor aperturi, axa intermediară perpendiculară pe cele două axe); care sînt elementele în raport cu axele granulului (linia 1 pe axă, codificarea numerică a formei generale, dimensiunile 1/10 microni cu variațiile respective, cea mai mare diferență, medie, extremă, poziția aperturilor — (materială (1), goală (0) —, poziția celei mai mari și celei mai mici lățimi. Poziția unui punct de pe suprafața granulului este aflată cu ajutorul unei rețele de meridiane și paralele ce afectează 1/8 din volumul definit prin planele celor 3 axe. Un alt element este stratificația peretelui polinic cu referiri la stratul bazal (prefixul 92) și stratul superior (prefixul 11).

Pentru a descrie fiecare strat se completează cartela în funcție de complexitatea structurii și sculpturii (de ex. la *Lycopodium clavatum).*

Taxonomie palinologică cantitativă. Taxonomic, paleopalinologia se distinge de alte discipline paleontologice prin două trăsături caracteristice și anume: sporii și polenul nu sînt indivizi în sensul biologic al termenului ci numai organe și acestea dispersate, la care nu cunoaștem în toate cazurile speciile producătoare și la care numai morfografia reprezintă o bază taxonomică reală; dispersarea în natură a acestor organe se produce la maturație, caracterele biometrice fiind în acest caz specifice și independente de vîrsta (biologică) indivizilor studiați. Aceste două caractere demonstrează de ce paleopalinologia poate utiliza analizele statistice, grafice sau numerice în determinările taxonomice.

Metodele grafice. Sînt de mai multe tipuri:

Ideografele sau diagramele de dispersie simbolică sînt adaptate pentru analiza populațiilor cu variații dimensionale și morfologice. Fiecare individ este reprezentat printr-un simbol constituit din mai multe semne sau *ideograme.* Dacă luăm în considerație n caractere, ideograma se compune din n semne diferite prin desen sau prin poziție. Mai mult, același semn poate să corespundă unui caracter măsurabil în cîteva clase. Un asemenea studiu prin ideografe se utilizează frecvent în analiza polenului bisacat, în special din formațiuni mai noi pliocene. A. Pons (1964) a construit o ideogramă cu simboluri, fidelă indivizilor pe care îi caracterizează (fig. C.2 și fig. C.3).

Odată epuizată descrierea simbolică a x indivizi din populația în studiu se construiesc ideografele sau diagramele de dispersie simbolică. Datele se trec pe două coordonate cu două variabile cantitative neexprimate prin ideograme, dar plasate pozițional în ideogramele deja descrise. Interpretarea taxonomică propriu-zisă rezultă dintr-o operație grafică ce corespunde înscrierii corecte pe o suprafață finită a tuturor indivizilor cu aceeași ideogramă sau prin ideograme care nu diferă decît prin valorile cantitative ale unui element (caracter) ce exprimă totuși o calitate morfologică identică. În principiu, dacă una din diagrame prezintă suprafețe net separate, aceasta înseamnă că există T taxoni diferiți. Din contră dacă mai multe suprafețe se acoperă parțial interpretarea este mai delicată în sensul admiterii situației (dacă diferențele sînt cantitative) că avem de-a face cu un taxon elastic sau, dacă diferențele sînt de ordin morfologic, că avem de-a face cu taxoni diferiți dar imposibil de separat prin luarea în considerație a două variabile primare, deci numai prin două coordonate.

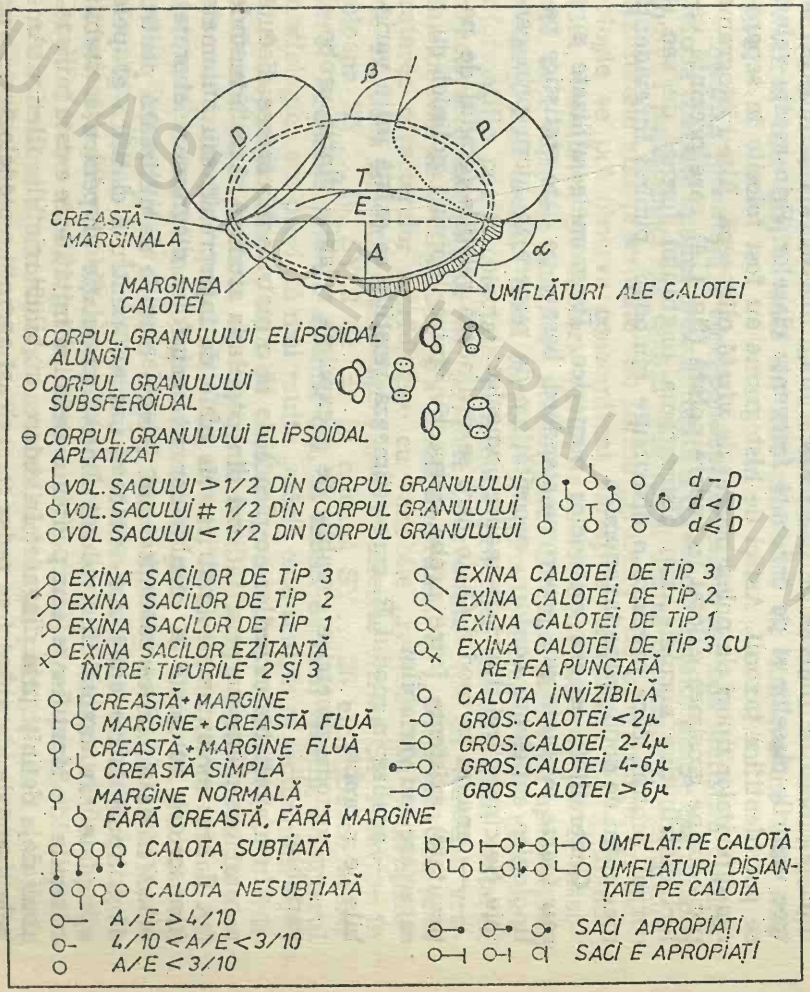


Fig. C.2 — Reprezentarea simbolică a caracterelor polenului bisecat din pliocen (după A. Pons, 1959).

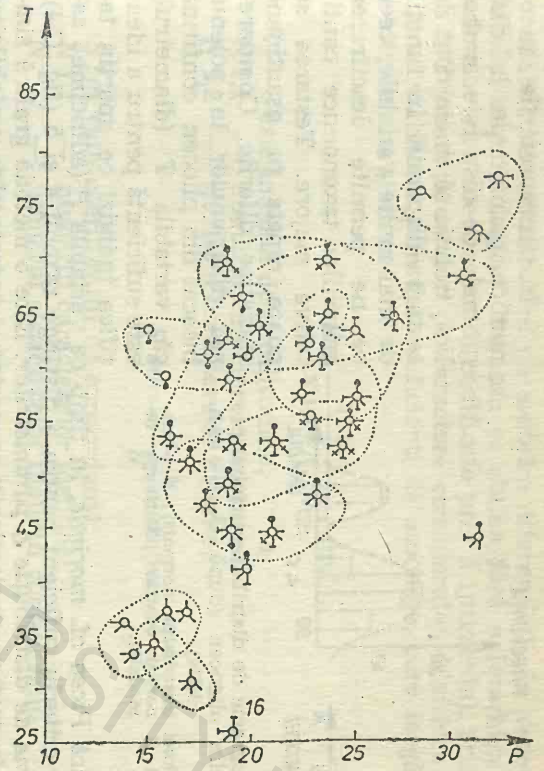


Fig. C.3 — Diagrama de dispersie simbolică a polenului bisecat din pliocen (după A. Pons, 1959).

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

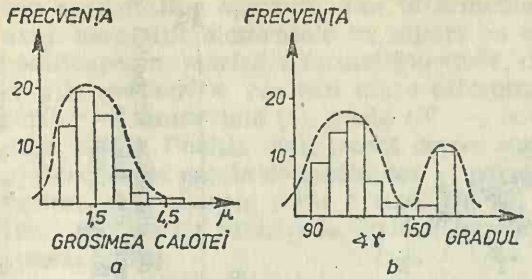


Fig. C.4 — Histograme de distribuție privind polenul bisacat din oligocen (după G. Gorin, 1974):

a — grosimea calotei (distribuție normală); *b* — unghiul dintre saci și corpul central (distribuție bimodală).

În interpretările taxonomice, pornind de la diagramele de dispersie simbolică, trebuie să ținem cont de testarea dispersiei în funcție de mai multe variabile, ceea ce ne permite descifrarea criteriilor taxonomice cantitative majore. Testarea se poate repeta pe eșantioane statistice diferite. Compararea diagramelor la polenul bisacat din pliocen confirmă că variabila *T* (diametrul) este suficientă pentru a identifica indivizi ce aparțin taxonului 3 adică *Picea* cf. *morinda*, în timp ce variabila *P* (adîncimea sacilor) este un criteriu suficient pentru a distinge taxonii 4 și 5 (fig. C.4).

Histograme de distribuție a parametrilor. Este o metodă grafică simplă, utilizată în testarea valorilor taxonomice a caracterelor variabile ce pot fi măsurate (biometric). Pentru unele caractere măsurabile în cadrul unei populații de indivizi se utilizează o diagramă în care pe abscisă se trec valorile claselor și pe ordonată frecvența claselor. Prin aceste valori se pot identifica taxonii. Astfel de histograme au fost folosite în separarea diferitelor tipuri de polen bisacat de vîrstă oligocenă. Alte histograme pot conține grosimea calotei în vedere polară (fig. C.4), care prezintă valori distributive normale, sau histrograma unghiului format de sac și corpul central, care prezintă o distribuție bimodală, punînd în evidență mai puțin de două grupe taxonomice.

Generalități asupra metodelor numerice. Programele utilizate sînt sau foarte evoluate sau programe standard, bazate pe date statistice palinologice suficiente conform necesităților de punere în lucru prin cartele. Se cunosc trei tipuri de analize numerice:

— analiza în modul Q, în care se estimează relațiile (gradul de paternitate) existente între probe, respectiv, între indivizii polinici cu *n* caractere sau variabile;

— analiza în modul R, care estimează relațiile ce există între variabile pe *x* probe;

— metode simetrice capabile de a exprima relațiile dintre probe și variabile.

În majoritatea cazurilor se pleacă de la o matrice în care se discută *n* caractere măsurate pe *x* indivizi din populația studiată. Aceste metode pot fi sau semiautomate (matrice sau grafe de interpretat) sau automate (transcriere automată a rezultatelor numerice pe diagrame elaborate).

Metode numerice semiautomate. Aceste metode se utilizează pentru două tipuri de cercetări taxonomice și anume: pentru a clasifica grupele apropiate sau taxonii individuali dintr-o populație și pentru a stabili criteriile de identificare sau pentru a defini afinitățile ce există între taxonii deja definiți prin diagnoză în vederea stabilirii relațiilor filetice. Ambele tipuri de identificări se reduc la aceleași operații metodologice.

Matrice de similitudini cu umbrire diferențiată. În vederea stabilirii afinităților palinologice, diagnoza se obține fără a ierarhiza valorile caracterelor, dar acestea pot fi codificate prin 1 (prezența), prin 0 (absența) sau NC (absența datelor pe caractere considerate). Matricea de similitudine se stabilește prin doi coeficienți de asociație, care leagă fiecare gen de alte genuri și anume:

$$S = \frac{N\,1,1}{N\,1,1 + N,\,1,2}, \text{ unde:}$$

S este indexul de similitudine;
$N\,1,1$ — numărul caracterelor identice;
$N\,1,2$ — numărul caracterelor diferite;

$$S\ sm = \frac{N\,1,1}{N}, \text{ unde:}$$

$S\ sm$ este coeficientul de concordanță;
$N\,1,1$ — numărul caracterelor identice;
N — numărul caracterelor luate în considerație.

Prin aceste valori se obțin tabele numerice $t \times t$ de similitudine intergenerică. Pornind de la aceste tabele se pot „aranja" matricele diferite, care pentru a fi mai elocvente se umbresc diferențiat; cu alte cuvinte cu cît umbrirea este mai intensă cu atît procentul de similitudine este mai mare.

Analiza factorială a corespondenților este o metodă statistică clasică. Metoda permite analiza concomitentă a corespondențelor dintre eșantioane (indivizi palinologici sau taxoni definiți) și dintre caractere și eșantioane. Rezultatele sînt prezentate sub forma „grafelor" de interpretare. În palinologie se pot observa concomitent variațiile cantitative (talie, dimensiuni, densitatea granulelor), variațiile morfologice care nu pot fi măsurate, deci variațiile „stărilor" morfologice (simetria, dispoziția aperturilor, prezența sau absența unui caracter). Pentru ușurarea tratării numerice, informațiile pot fi colectate prin două procedee diferite: prin tratarea caracterelor morfologice ca variabile „dezvoltate" (de ex. simetria granulelor este de ordinul 2 . . . SY 2, sau de ordinul 3 . . . SY 3 etc.) sau prin tratarea caracterelor morfologice cu variabile „reduse" sau „regrupate" (de ex. dacă simetria SY atinge 6 „stări" diferite cifrate SY 1 devine în coloana SY . . . 10, SY 2 devine în coloană SY . . . 25 etc.). De ce aceste cifre? Deoarece într-un anumit caz, să zicem al unei familii, caracterul morfologic care prezintă mai multe „stări" este sculptura tectumului (ST) cu 9 dispoziții diferite, ușor de codificat prin cifre 10, 20, 30 . . . 90. Este preferabil ca în materie de analiză factorială fiecare variabilă să fie desemnată prin cifre comparabile. În alt caz, să zicem subțierea exinei, AL comportă trei stări morfologice desemnate prin 10, 50 și 90. Caracterele cantitative adevărate (dimensionale) se pot transforma în clase ele însăle numerice (fig. C.5). În figura C.5 se observă grafele obținute, luînd în considerație 79 variabile dezvoltate, observate la 26 de genuri din familia Escalloniaceae. Aceste grafe corespund la proiectarea poziției în spațiu a n dimensiuni a taxonilor și a variabilelor la un plan pe axa 1 — axa 2, care oferă o informare globală. Această grafă exprimă 4 asociații generice

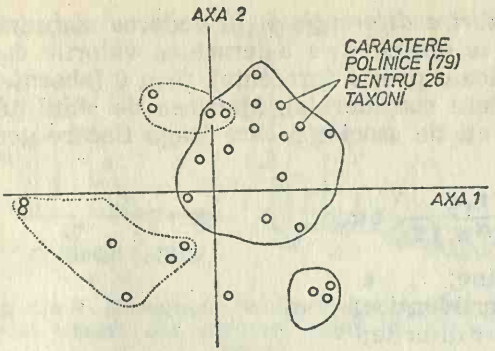


Fig. C.5 — Analiza factorială a corespondenților grafelor pentru 26 taxoni de escalioniacee (Saxifragaceae) lemnoase din emisfera sudică obținute prin luarea în considerație a 79 de variabile (după M. Hideux, 1975).

apropiate; fiecare asociație este caracterizată printr-un număr de variabile proprii ce țin loc în acest caz de criterii.

Metodele numerice automate. În materie de taxonomie palinologică automată, metoda numerică utilizează „analizele tipologice" sau „cluster analysis". Tehnica destul de suplă a permis folosirea ei în probleme taxonomice de detaliu, pe taxoni cu variații structurale sau morfologice destul de importante.

Generalități cu privire la analiza „grafelor". Această metodă utilizată de P. Isnard (1971) este o tehnică care începe de la o matrice de date nediferențiate, de regrupare a indivizilor din aproape în aproape, în funcție de coeficientul de similitudine. Dacă acest coeficient este mai aproape de 1 cu atît asemănările dintre taxoni sînt mai mari. Într-un prim stadiu se grupează o parte de indivizi prin perechi, care devin „nucleul grupelor sau tipurilor". Următorul stadiu este regruparea acestor nuclee cu alte nuclee deja constituite sau cu indivizi izolați, repetîndu-se operațiunile pînă se obține o regrupare după afinități a tuturor indivizilor inițiali analizați. Rezultatul final se prezintă grafic prin dendrograme, asemănătoare întrucîtva cu un arbore genealogic. Operația se continuă prin analiza grafelor, care implică un coeficient de similitudine apropiat.

Toate metodele inițiate au ca punct de plecare comun variabile, care pot fi ponderate în funcție de importanța pe care o atribuim acestor parametri, precum și calcularea pe toate perechile posibile a indivizilor cu coeficienți de asemănare, realizînd grupările prin procese de calcul care necesită la fiecare etapă calculul noilor coeficienți de asemănare pînă la obținerea clasamentului indivizilor din matricea inițială.

Taxonomia biometrică: procedeul automat a lui G. Gorin (1974). Este o metodă bazată pe un proces informatic, care pune automat în lucru o suită de programe pornind de la biometria „brută" și care este bine adaptată determinărilor de palinotaxonomie „fină" (cercetarea speciilor în interiorul populațiilor care au aceeași morfologie calitativă).

Dacă se aplică principiul grafelor pornind de la datele cantitative, se pot utiliza diferiți coeficienți de similitudine. Cel mai utilizat, la ora actuală, este coeficientul de distanță (Sokal & Sneath, 1963). Acest coeficient corespunde cu distanța ce separă două obiecte printr-un sistem de coordonate ortogonal cu n axe dacă avem n variabile. Pentru a calcula distanța între cele două puncte trebuie să cunoaștem n coordonate pentru fiecare obiect. Formula de calcul este:

$$d=\sum_{i=1}^{n}(x_1-x_2)^2 \cdot$$

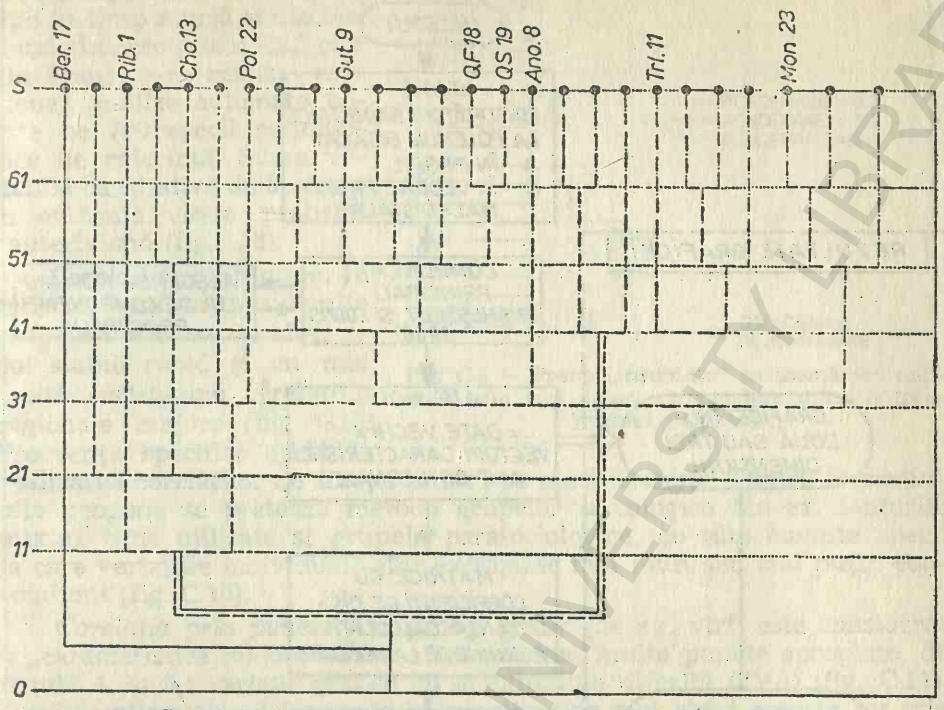


Fig. C.6 — Analiza grafelor: dendrogramă de ierarhie taxonomică (după M. Hideux, 1975).

În practică, dacă variabilele sînt foarte numeroase, este preferabil a se face o analiză în componenţi principali (modul Q), care poziţionează obiectele într-un sistem de axe ortogonale corespondente cu componenţii principali.

Analiza grafelor este o analiză discontinuă ce permite evaluarea din doi în doi a distanţelor dintre populaţiile definite (fig. C.6 şi fig. C.7).

În cercetările taxonomice, importante sînt: recunoaşterea taxonilor diferiţi (regruparea indivizilor), evaluarea valorii fiecărui caracter morfologic sau cantitativ şi punerea în evidenţă a afinităţilor dintre taxonii identificaţi.

Taxonomia numerică (automatică) permite adoptarea unui mare număr de variante concomitente, care vor fi în măsură să separe criteriile cele mai importante. În palinologie, analiza factorială a corespondenţelor pare a fi metoda cea mai adecvată pentru a clasa taxonii diferiţi, iar analiza grafelor este cea mai sigură în clasarea populaţiilor prin specii cu afinităţi apropiate.

În stratigrafie, datarea şi corelarea palinologică s-a făcut şi prin metoda analizelor cantitative. Se ştie că tipurile morfologice nu au aceeaşi valoare stratigrafică. Există specii rare şi specii abundente, specii cu repartiţie continuă sau discontinuă, specii perene sau „fugitive".

Programul *Palyzone* încearcă să utilizeze variabila cantitativă (ponderală) ce creşte prin calculul coeficientului de similitudine şi prin spe-

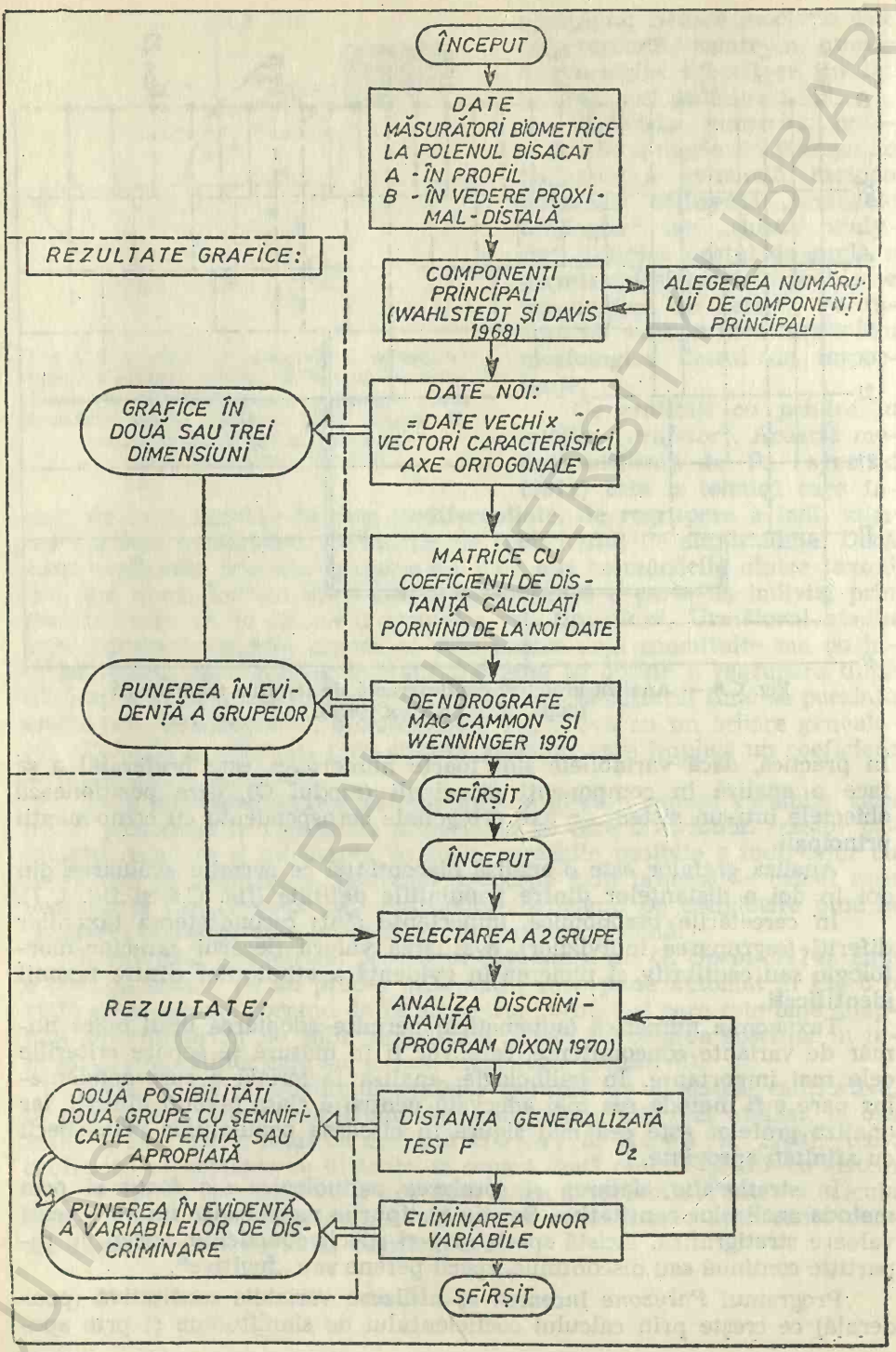


Fig. C.7 — Succesiunea operațiilor numerice în procedeul automat folosit în taxonomia biometrică (după G. Gorin, 1974).

BCU CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

ciile „importante“ cu repartiție în timp scurtă și discontinuă. În cretacicul inferior din Franța s-au realizat asemenea analize automate bazate pe 700 specii palinologice de referință. Suma variabilă cantitativă de 5 scoate în evidență vîrsta probabil hauteriviană (fig. C.8).

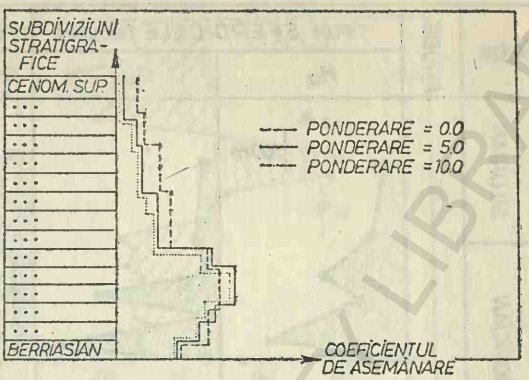


Fig. C.8 — Probe „însumate“ cu asemănări obținute prin trei valori cu pondere diferită (programul Palyzone).

Corelațiile cantitative. În general, luînd în considerație grupele mari taxonomice, se pot stabili rapid și cu mai multă certitudine corelațiile regionale majore (fig. C.9). Frecvența speciilor ajută la realizarea corelărilor de finețe, uneori pe mari distanțe. Pentru formațiunile neogene se pretează metoda grupelor sociologice (de ex. lanțurile mixte). Sînt utilizate și grupele parasociologice, cu alte cuvinte specii la care variațiile individuale sînt exprimate mai mult sau mai puțin concomitent (fig. C.10).

Corelația prin puncte. Un proces grafic (de ex. vîrf) este considerat o „caracteristică majoră“ dacă afectează mai multe puncte apropiate, de regulă 4, și au variații grafice cu amplitudine diferită (25%) (fig. C.11). Dacă se ating numai 2 puncte cu amplitudine mai slabă aceasta nu este decît o „caracteristică minoră“ (fig. C.12). În practică, pe un profil se determină un anumit număr de „caracteristici“. Acestea dorim să le regăsim pe un alt profil situat la o oarecare distanță. Procedeul grafic utilizat de Jekhowsky se reduce la dispunerea în dreptul fiecărui foraj a coloanelor stratigrafice cu grupele pe puncte caracteristice, corelabile liniar, în coloane echivalente sau raportarea aceluiași grup pentru fiecare foraj.

Avantajele codificării alfa-numerice. În practică codificarea se face în litere pînă la nivelul grupului, iar în cifre cînd diversitatea specifică este foarte mare. Codificarea reproduce clasificarea taxonomică (tabel C.I):

— pentru a codifica taxonii și grupele se folosesc fișiere de format fix, în care operăm trierea pe coloane la nivelul taxonomic dorit. De ex. pentru a contabiliza toate tipurile *trilete* înregistrăm toate *T* din coloana 2; pentru a contabiliza numai sporii *trileți verucoși* înregistrăm toate *T* (coloana 2), *V* (coloana 3);

— numerotarea grupelor morfologice este foarte utilă pentru a putea opera regrupările pe teste statistice. De ex. dacă variază asociațiile trilete, cu cicatricozități (13), monolet punctate (19) în raport cu Ephedrales (30)+Classopollis (35);

— pentru a indica vîrsta este preferabil să se utilizeze sistemul „în clar“ și cifrele pentru subetaje și zone. De ex. turonian 4 (a 4-a zonă de amoniți). Dacă se adoptă un fișier cu format fix codificarea numerică este cea mai potrivită; se desemnează cu cifre *era*, apoi *sistemul*, *etajul*,

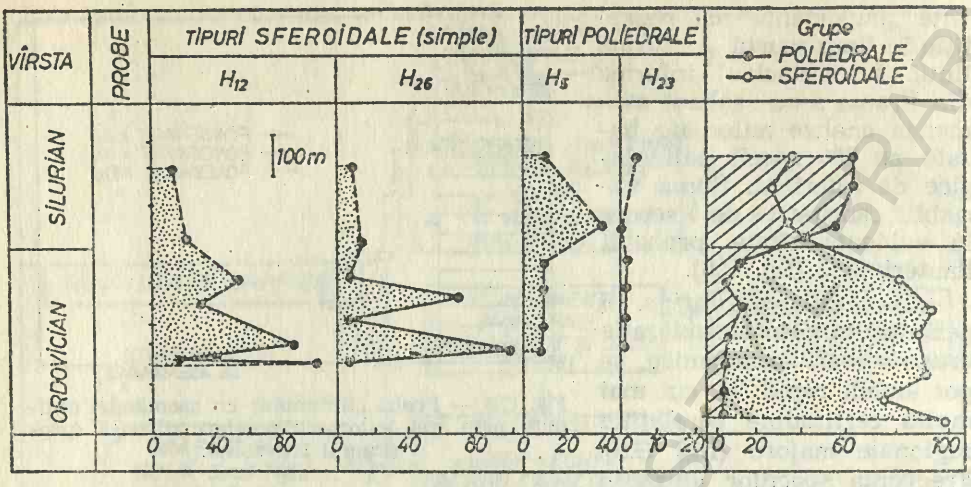


Fig. C.9 — Frecvența relativă în raport cu ansamblul de acritarchi a diferitelor forme și a două grupe morfologice corespondente în depozitele siluriene dintr-un sondaj din Sahara pe baza a 15 carote (după B. de Jekhowsky, 1958).

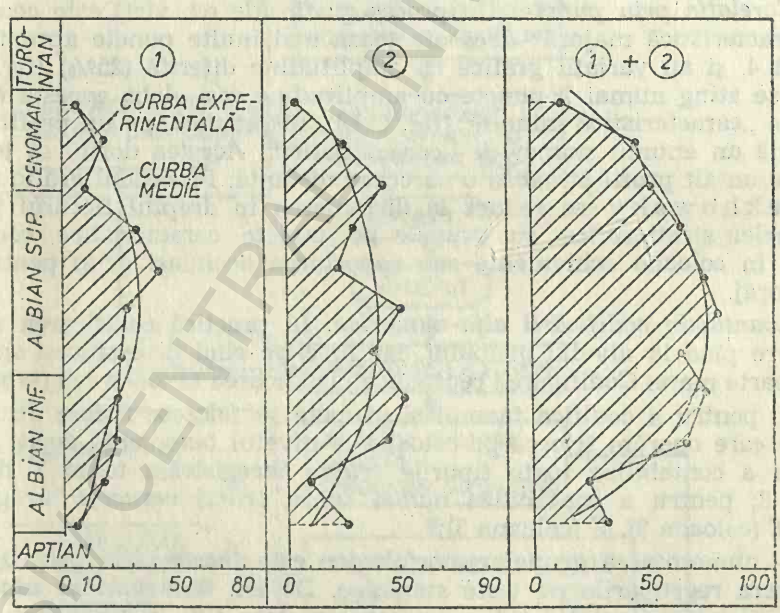


Fig. C.10 — Frecvența relativă în raport cu ansamblul de dinoficee pentru două tipuri (*1* — *Hystrochosphaeridium* cf. *tuberiferum* și *2* — *Micrhystridium* cf. *ambiguum*) și „grupele" parasociologice pe baza a 15 probe din aflorimente. Se constată la ambele specii tendința de a forma pe ansamblu un maximum evident în albianul superior (după B. de Jekhowsky, 1958).

BCU IAȘI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

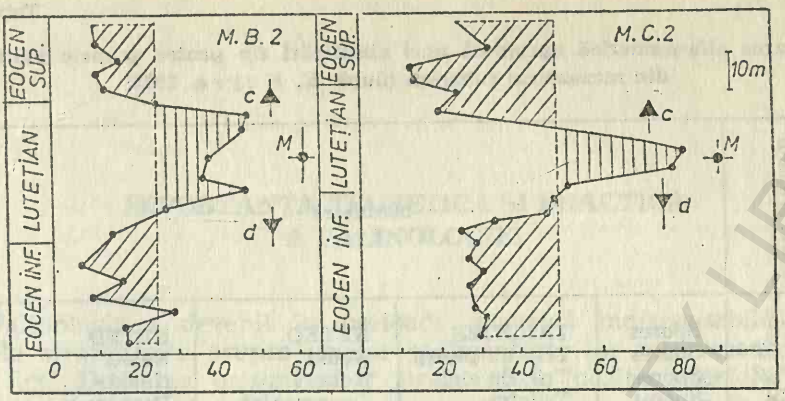


Fig. C.11 — Un exemplu de „caracteristici" majore:
c — creștere; M — maximum; d — descreștere.

subetajul și *zona* lăsînd liber (în alb) elementele pe care nu le cunoaștem. De ex. domerian 1 22 33 1;

toarcian 22 4;

— pentru a indica caracterele sedimentologice prin spori cu exina groasă și foarte ornamentată de origină terestră. Se procedează prin trecerea într-un fișier calitativ a proprietăților speciilor prin trei semne. De ex. specia MLV 21 TL 3 (monolet verucos nr. 21, origine terestră, greutate coeficient 3).

În concluzie, importanța metodelor numerice în palinologie ca și în alte domenii nu poate fi neglijată. Aceste metode sînt de importanță majoră în taxonomia „sporilor disperși", unde asociațiile fosilizate oferă un amestec de taxoni apropiați greu de distins uneori și în palinostratigrafie, deoarece durata (intervalul) de viață a speciilor palinologice este ceva mai lungă decît a speciilor planctonice (alge, foraminifere); speciile index sînt destul de rare. În aceste două direcții esențiale analizele cantitative pot ridica interpretările palinologice la un grad superior de precizie.

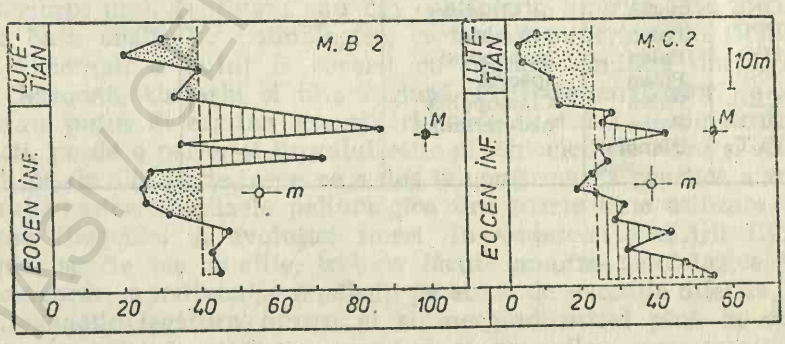


Fig. C.12 — Exemplu de „caracteristici" minore:
M — maximum; m — minimum.

Tabelul C.I

Codificarea alfa-numerică apropiată unei clasificări tip pentru grupele palinologice din mezozoicul saharian (după Y. Reyre, 1973)

Nr. fişierului Codul grupului	Clasificare				Nr. grupului
4 TL	Spores	TRILETES	NETED	NETED	1
4 TLP	Spores	Tril. cu perisp.	Neted	Neted	2
4 TLZ	Spores	Tril. cu cing.	Neted	Neted	3
4 TV	Spores	Triletes	Ornamentat	Verucos	4
4 TVP	Spores	Tril. cu perisp.	Ornamentat	Verucos	5
4 TVZ	Spores	Tril. cu cing.	Ornamentat	Verucos	6
4 TB	Spores	Triletes	Ornamentat	Buliform (cu umflături)	7
4 TD	Spores	Triletes	Ornamentat	Radiar	8
4 TG	Spores	Triletes	Ornamentat	Granular	9
4 TR	Spores	Triletes	Ornamentat	Reticulat	10
4 TU	Spores	Triletes	Ornamentat	Rugulat	11
4 TP	Spores	Triletes	Ornamentat	Peri	12
4 TC	Spores	Triletes	Ornamentat	Cicatricozat	13
4 TS	Spores	Triletes	Ornamentat	cu spini	14
4 TSZ	Spores	Tril. cu cing.	Ornamentat	cu spini	15
4 ML	Spores	Monoletes	Neted	Neted	16
4 MG	Spores	Monoletes	Ornamentat	Granulat	17
4 MV	Spores	Monoletes	Ornamentat	Verucos	18
4 MP	Spores	Monoletes	Ornamentat	Punctat	19
4 SID	Spores	Nedeterminaţi			20
4 SSP	Spores	Speciali			21
4 IPL	Polen	Inaperturat	Mic	Neted	22
4 IPG	Polen	Inaperturat	Mic	Granulat	23
4 IGL	Polen	Inaperturat	Mare	Neted	24
4 IGP	Polen	Inaperturat	Mare	Granulat	25
4 IP	Polen	cu un sac			26
4 DIS	Polen	cu doi saci			27
4 ICL	Polen	Monocolpat			28
4 3CL	Polen	Tricolpat			29
4 EPH	Polen	de Ephedrales			30
4 GNT	Polen	de Gnetales			31
4 PPO	Polen	pre porat			32
4 1PO	Polen	monoporat			33
4 PSP	Polen	special			34
4 CLA	Polen	Classopollis			35
4 PID	Polen	nedeterminat			36
4 PLT	Plancton				37

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

IMPORTANȚA TEORETICĂ ȘI PRACTICĂ A PALINOLOGIEI

Palinologia a devenit în perioada modernă indispensabilă pentru studiile stratigrafice asupra rocilor sedimentare, iar mai recent și metamorfice. Definirea orizonturilor stratigrafice, poziția acestora în coloana stratigrafică și corelarea cu alte zone, astăzi nu se poate face fără participarea palinologiei. Factorii ecologici, incluzînd aici și pe cei climatici și edafici, care stau la baza schimbărilor floristice, sînt reflectați foarte bine în microfloră. Schimbările paleogeografice, de asemenea, sînt evidențiate în bogăția, răspîndirea și calitatea microflorei analizate. În multe cazuri, numai pe baza microflorei pot fi definite vîrstele unor orizonturi stratigrafice, deoarece alte fosile nu se păstrează.

Principala importanță practică a palinologiei este aceea că ea stă la baza corelărilor stratigrafice prin zonarea sedimentelor analizate. Corelarea înseamnă procesul de determinare a proceselor asemănătoare în care au luat naștere două sau mai multe arii sedimentare contemporane. Ea se face prin stabilirea unor zone în care predomină anumite specii și genuri palinologice similare, pe baza analizei cantitative și calitative a acestora. Corelarea începe de la similitudinea cantitativă și calitativă a microfloarei dintr-o cantitate de rocă analizată și se încheie prin raportarea a două sau mai multe secvențe stratigrafice cu grosimi diferite la aceeași arie de sedimentare în același timp geologic. Pe baza datelor palinologice, colerarea a fost pentru prima oară utilizată în 1916 de Lenarth von Post în studiile sale asupra polenului fosil din turbăriile din Suedia. Ulterior, ea a fost folosită pentru identificarea unor orizonturi de cărbuni sau roci sedimentare și metamorfice. Corelarea merge mai departe și poate să se refere la zone sau chiar regiuni întregi din interiorul unui continent sau din continente diferite. Așa, de exemplu, pe baza analizelor palinologice, cretacicul superior din flișul Carpaților Orientali a putut fi corelat cu regiuni similare din U.R.S.S., R. D. Germană, Ungaria și alte regiuni. Pe baza analizelor de microfloră s-au putut determina asemănări între litoralul vestic al Europei și Africii, pe de o parte, și litoralul estic al Americii de Nord și Americii de Sud, pe de altă parte, ceea ce a dus la confirmarea practică a translației continentelor. Analizele palinologice sînt foarte bine utilizate pentru stabilirea filogeniei și evoluției florei. În vederea urmăririi filogeniei unui gen, specie sau familie, trebuie făcute analize morfologice stricte, cu o comparare a indivizilor analizați pe etape de evoluție diferite, urmărind filogenetic legătura dintre ei și mergînd astfel pînă la originea acestora. În privința evoluției speciilor și genurilor, s-au putut stabili de exemplu primii reprezentanți ai angiospermelor primitive de tip *Nor-*

mapolles, care apar în cretacicul superior, apoi apariţia polenului de tip *Postnormapolles* şi cel arctoterţiar în cenozoic, care face legătura cu angiospermele actuale.

Studiile palinologice stau şi la baza sistematicii şi clasificării plantelor. Sistematica botanică nu este completă fără studiul tuturor organelor unei plante, inclusiv sporii sau polenul. În general, au fost neglijate studiile de palinologie în acest scop, dar reluarea lor a dus la unele reconsiderări. De asemenea, studiile de morfologie a sporilor şi polenului au importanţă în sistematica morfologică, mai utilizată în prezent decît sistematica botanică, uneori nesigură.

În contextul acestei importanţe teoretice şi practice, palinologia are o utilizare actuală diversă. În stratigrafie, în general, şi în studiul stratigrafic al depozitelor pentru hidrocarburi şi alţi combustibili, în special, palinologia este indispensabilă. Se poate spune că la stabilirea vîrstei unor roci sedimentare şi metamorfice nu se pot ocoli rezultatele analizelor palinologice care, în ultimul timp, au schimbat multe idei privind stratigrafia şisturilor cristaline.

În medicina alergologică, pentru stabilirea alergenţilor şi a zonei de răspîndire a acestora (spori, polen), se apelează astăzi la palinologie.

În arheologie, de asemenea, palinologia rezolvă multe probleme de datare a resturilor vetrelor omeneşti sau a unor aşezări umane întregi.

Cele mai răsunătoare aplicaţii ale palinologiei sînt cele referitoare la studiul meteoriţilor căzuţi pe Terra sau poate, în viitor, la studiul rocilor de pe alte planete.

1. PALINOLOGIA ŞI STRATIGRAFIA

Cea mai largă aplicabilitate a „Palinologiei" se leagă de stratigrafia depozitelor sedimentare de cele mai diferite vîrste. Dar perfecţionarea metodelor de preparare a conturat şi un alt domeniu (poate chiar mai spectacular) — acela al stratigrafiei stivelor de roci metamorfice.

În ambele cazuri „Palinostratigrafia" operează cu asociaţii microfloristice cu o evoluţie în timp bine marcată. Specialiştii sînt de acord să sublinieze faptul că, în cadrul asociaţiilor rezultate din metodologia standard de preparare, acestea sînt adeseori foarte diversificate (spori-polen, acritarchi, dinoflagelate, tasmanacee, chitinozoare etc.).

În munca de datare şi corelare biostratigrafică, cînd se face apel la microfloră, se uzează de noţiuni cu un conţinut bine conturat: biozone, cenozone şi zone climatice.

Biozona. Se bazează, în principiu, pe noţiunea calitativă a prezenţei sau absenţei unui taxon palinologic. Dar, în palinologie, această prezenţă ori absenţă este în mod indiscutabil legată şi de fenomenul cantitate.

Aşa după cum se poate vedea în figura D.1, preluată după B. Alpern, pentru o specie palinologică se constată existenţa unei perioade de apariţie *(zA)*, de expansiune *(zE)* şi de regresiune *(zR)*. Aceste perioade corespund unei prezenţe discontinue, continue sau din nou, discontinue.

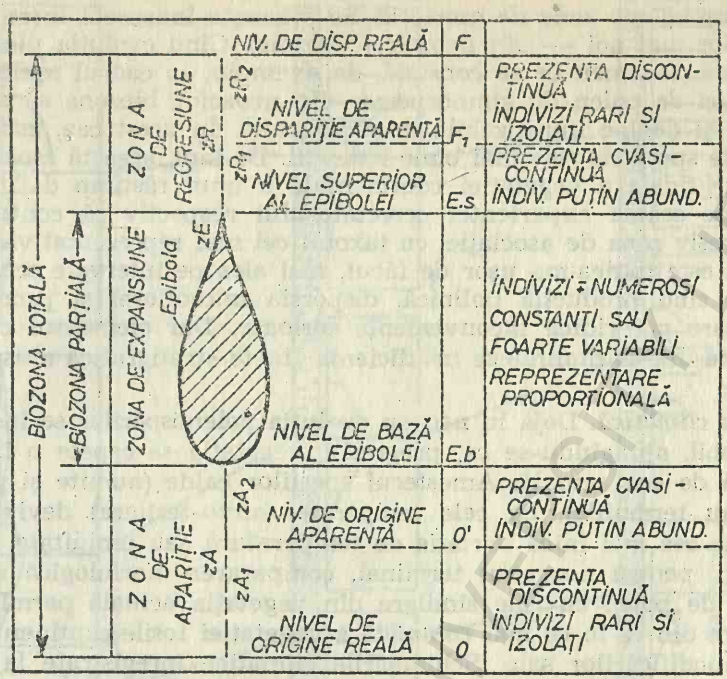


Fig. D.1 — Definirea biozonei în palinologie (după B. Alpern, 1972).

În cadrul zonei de apariție (*zA*) nivelele de origine reală (*O*) sau vizibilă (*O'*) vor fi cu atît mai bine definite cu cît numărul de indivizi reperați (*n*) va fi mai mare (n=500 minimum). Cînd n tinde spre infinit, punctul *O'* va tinde spre *O*.

Pentru zona de expansiune (*zE*) se conturează un nivel de bază (*Eb*), ce reprezintă nivelul de explozie a speciei respective atît în timp, cît și în spațiu, care este centrul biozonei, și un nivel de sfîrșit a expansiunii (*Es*), ce marchează limita superioară (de încheiere) a reprezentării constante a indivizilor speciei luate în studiu.

În cadrul zonei de regresiune (*zR*) remarcăm existența unui nivel de regresiune evident (*F'*) și de regresiune real (*F*).

Desigur, nu toate nivelurile amintite au aceeași valoare în stratigrafie. Nivelul *Eb* se consideră a fi cel mai prețuit în corelările stratigrafice din cadrul aceluiași bazin sau din aceeași provincie paleogeografică; el, așa după cum am mai spus, corespunde intervalului de explozie a speciei respective, atît în timp cît și în spațiu.

Eventualele eșecuri ale utilizării biozonei în „Palinostratigrafie" pot să se datoreze fie concepției prea înguste privind taxonul luat în discuție, fie numărului insuficient de indivizi numărați (ceea ce nu permite determinări suficient de precise ale diferitelor nivele din cadrul zonelor de apariție, expansiune și regresiune).

Cenozona sau zona de asociație. Se folosește îndeosebi în stratigrafia depozitelor mai noi — din neozoic (cenozoic). Cînd evoluția plantelor se încetinește (fenomen ce se constată, de exemplu, în cadrul multor grupe de spori și de polen de gimnosperme din neozoic), biozona se alungește exagerat și devine inutilizabilă în stratigrafie. În acest caz, asociația cu mai multe specii dă cele mai bune indicații. De fapt, această asociație este imaginea ± fidelă a vegetației continentale a unui răstimp dat. Desigur, rămîne pe seama experienței cercetătorului respectiv să contureze cît mai expresiv zona de asociație, cu taxonii cei mai reprezentativi. Și acest lucru nu este totdeauna ușor de făcut, mai ales pe intervale scurte stratigrafice, cînd producția polinică, dispersia microflorei și procesele de sedimentare pot ridica inconveniențe serioase. Dar elementul cantitativ este în măsură să diminueze insuficienta finețe stratigrafică a asociațiilor calitative.

Zona climatică. Deja în neogen evoluția polenosporilor se încetinește considerabil, ajungîndu-se ca, progresiv, vegetația să capete o înfățișare apropiată de cea actuală. Amestecul speciilor calde (numite și paleotropicale sau termofile), cu cele temperate (arcto-terțiare) devine foarte sensibil la cea mai mică variație de temperatură sau umiditate. În plus, cel puțin pentru neogenul terminal, compararea morfologică a grăuncioarelor de polen cu cele similare din vegetația actuală permite o reconstituire din ce în ce mai completă a vegetației fosile continentale, implicit a modificărilor sale. Schimbările climatice înregistrate la diferite nivele pot deveni repere „stratigrafice" dar numai în cadrul unor provincii floristice bine individualizate.

Tocmai aceste modificări trebuie sesizate și utilizate în stratigrafie. Iată de ce, în general pentru neogen, nu poate fi vorba de datarea izolată a unui eșantion, ci trebuie să se cunoască tot profilul palinologic în care el se încadrează. În acest context, profilul cercetat pe verticală permite reconstituirea dinamică a vegetației, cu toate modificările climatice corespunzătoare; un eșantion prelevat de pe un interval oarecare nu este decît un crîmpei dintr-o suită logică de fenomene cantitativ-calitative.

Potrivit celor arătate, modificările ce se sesizează la nivelul neogen-cuaternarului devin implicit reflectări ale schimbărilor climatice ce influențează asociațiile vegetației continentale.

În multe privințe, cel puțin pentru microflora continentală a terțiarului, zona de asociație este delimitată și funcție de transformările climatice; în acest fel, cele două noțiuni, prin conținutul lor, se suprapun. Suprapunerea cenozonei cu zona climatică nu mai este, însă, valabilă în cazul fitoplanctonului.

În figura D.2, reprodusă după B. J e k h o w s k y, se schițează în mod teoretic modalitățile de paralelizare a trei profile cînd se utilizează curbele cantitative și zonele de asociație.

Valorificarea potențialului stratigrafic al palinologiei este bine ilustrat în lucrarea privind zonarea formațiunilor pliocene cu cărbuni din partea de nord-vest a României (fig. D.3.).

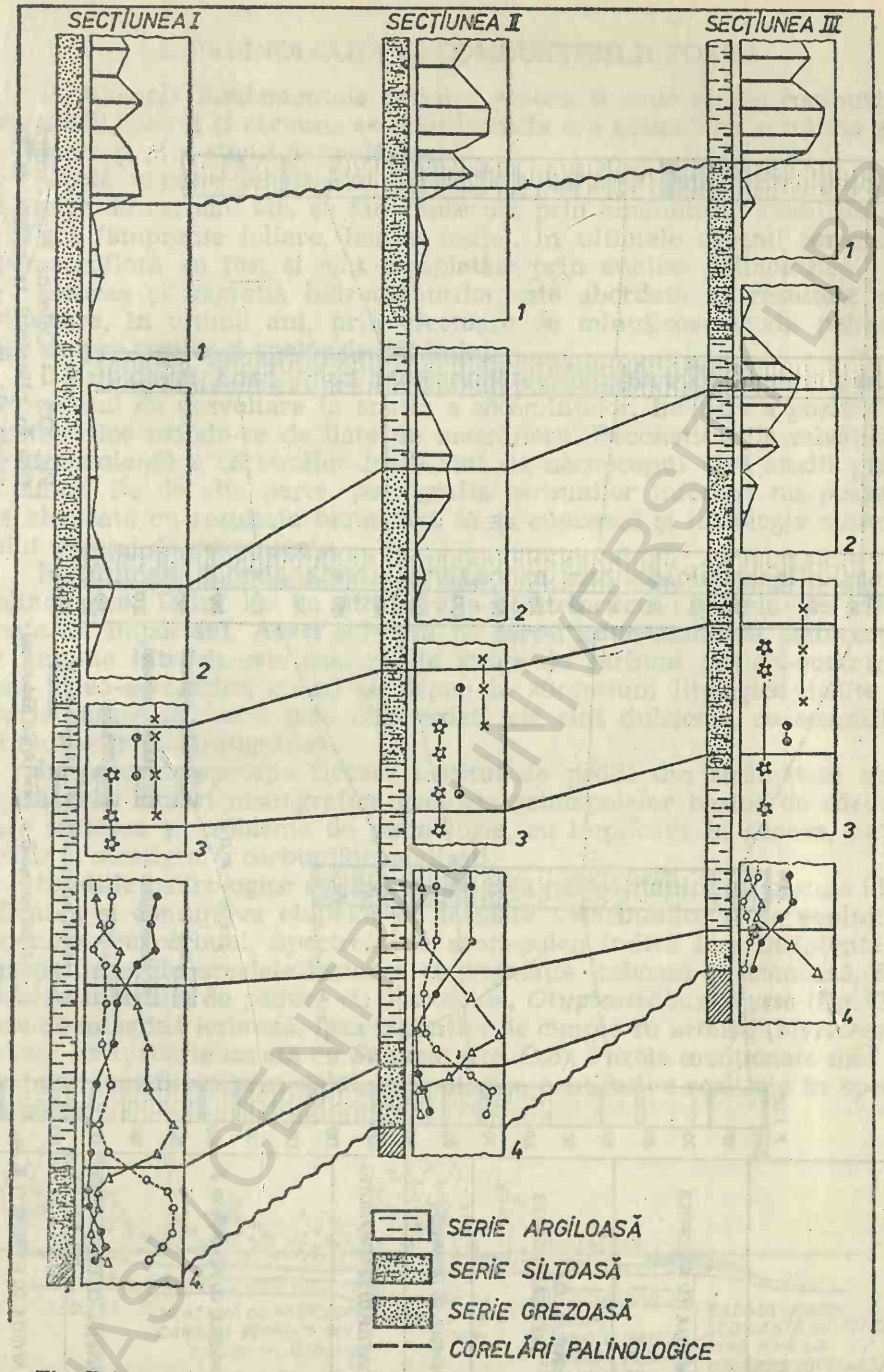


Fig. D.2 — Schemă teoretică de corelare a zonelor utilizate în palinologie:
1, 2 — utilizarea curbelor cantitative prin curbe absolute la *1* și prin maxime de frecvență la *2*; *3, 4* — utilizarea zonei de asociație (asociații de specii la *3* sau asociație de grup la *4*) (după B. de Jekhowsky, 1959).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

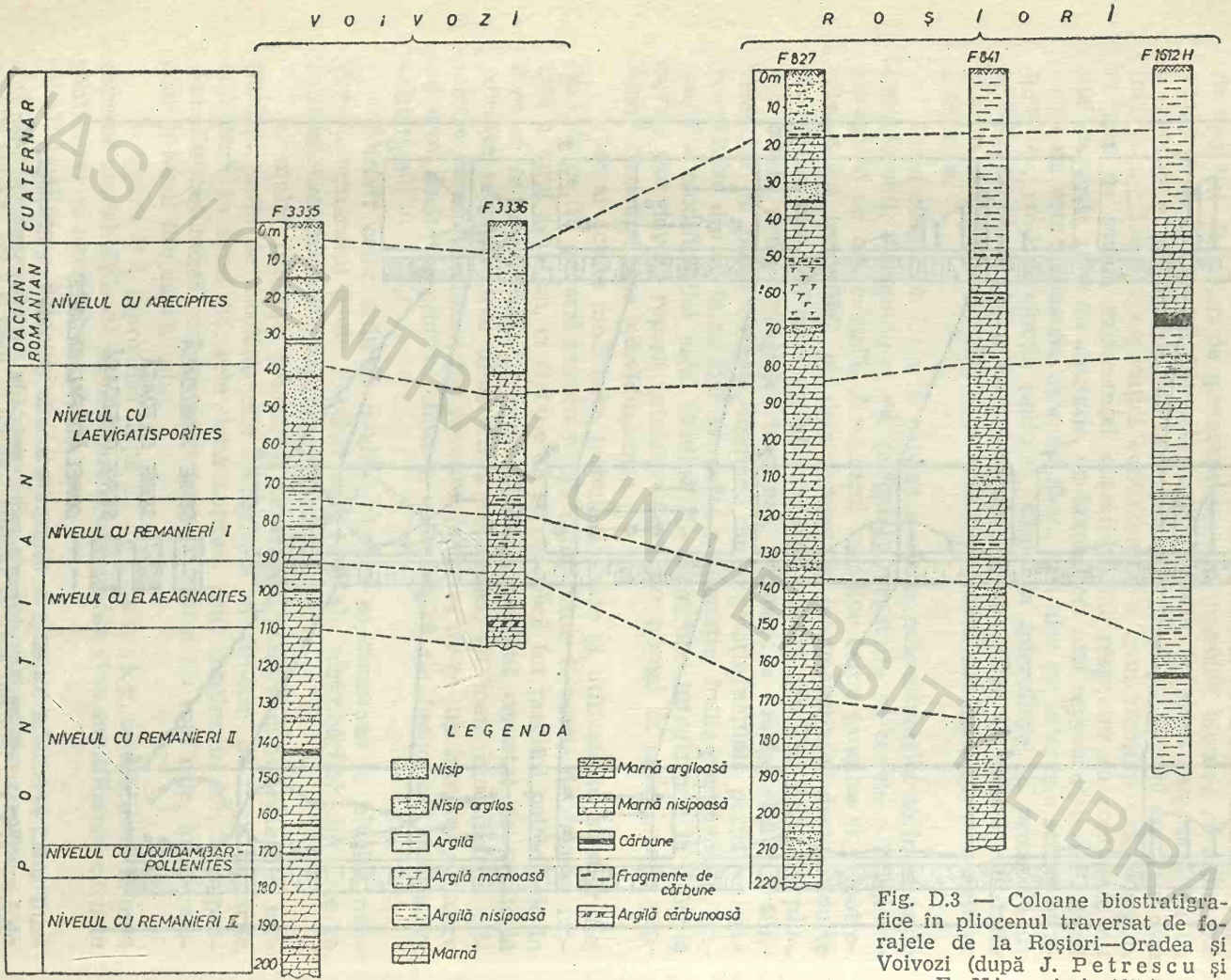


Fig. D.3 — Coloane biostratigrafice în pliocenul traversat de forajele de la Roșiori—Oradea și Voivozi (după J. Petrescu și E. Nicorici, 1979).

BCU IAȘI / CENTRU UNIVERSITAR LIBRARY

2. PALINOLOGIA ȘI COMBUSTIBILII FOSILI

Problemele fundamentale privind geneza și acumularea combustibililor fosili, petrol și cărbune se abordează la ora actuală cu rezultate promițătoare și prin studii palinologice.

Unele aspecte legate de geneza, modul de dispunere în spațiu a stratelor de cărbuni etc. se fac cunoscute prin amănunțite studii de macroflră (amprente foliare, lemne fosile). În ultimele decenii cercetările de macroflră au fost și sînt completate prin analize palinologice.

Geneza și migrația hidrocarburilor este abordată cu rezultate promițătoare, în ultimii ani, prin efectuare de minuțioase studii palinologice asupra rocilor și apelor de zăcămînt.

Cărbunii fosili au fost studiați din punct de vedere genetic, al modului de dezvoltare în spațiu a zăcămintelor, inclusiv a poziției lor stratigrafice uzîndu-se de date de macroflră. Reconstituirile mlaștinilor de proveniență a cărbunilor fosili sînt de neconceput fără studii paleobotanice. Pe de altă parte, petrografia cărbunilor inferiori nu poate să fie abordată cu rezultate bune fără să se cunoască și histologia materialului vegetal de proveniență.

În ultimele decenii, aceste cercetări au fost completate prin analize palinologice. Rolul lor în stratigrafia stratelor cu cărbuni este cît se poate de important. Acest serviciu pe care-l aduc analizele palinologice se impune întrucît cele mai multe strate de cărbuni terțiari-cuaternari (sau paleo-mezozoice, chiar) se depun în succesiuni litologice lipsite ori foarte sărace în faună (sau cînd există ele sînt dulcicole, cu semnificații reduse în biostratigrafie).

În prezent, aproape fiecare institut de profil din străinătate abordează prin lucrări monografice geologia principalelor bazine de cărbuni, care tratează și probleme de palinologie, cu implicații în geneza, petrografia și stratigrafia cărbunilor analizați.

Studiile palinologice coroborate cu cele paleobotanice au permis identificarea și conturarea etapelor de formare a cărbunilor și de evoluție a bazinelor cu cărbuni. Spectrele de spori-polen indică faza incipientă de carbonifiere din arealele lacustre cu vegetație ierboasă și lemnoasă, apoi faza de mlaștină de pădure cu *Taxodium, Glyptostrobus, Nyssa* (fig. D.4), faza de mlaștină ierboasă, faza pădurilor de cîmpie cu arbuști (Myricaceae) și faza de turbărie uscată cu *Sequoia* (fig. D.5). Fazele menționate mai sus au fost identificate prin studii palinologice cantitative realizate în special pe polen.

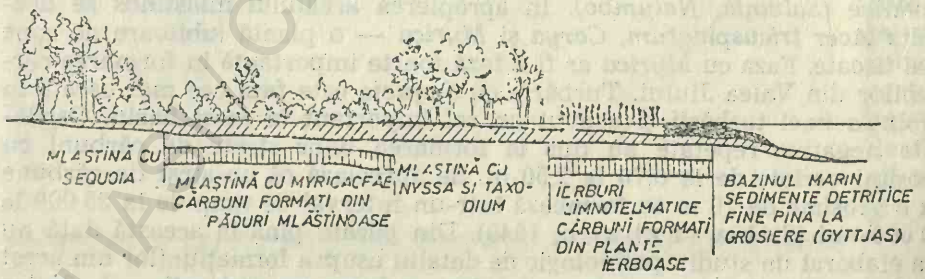


Fig. D.4 — Tipuri de mlaștini în miocenul cu cărbuni și succesiunea trecerilor laterale probabile (după Teichmüller, 1958).

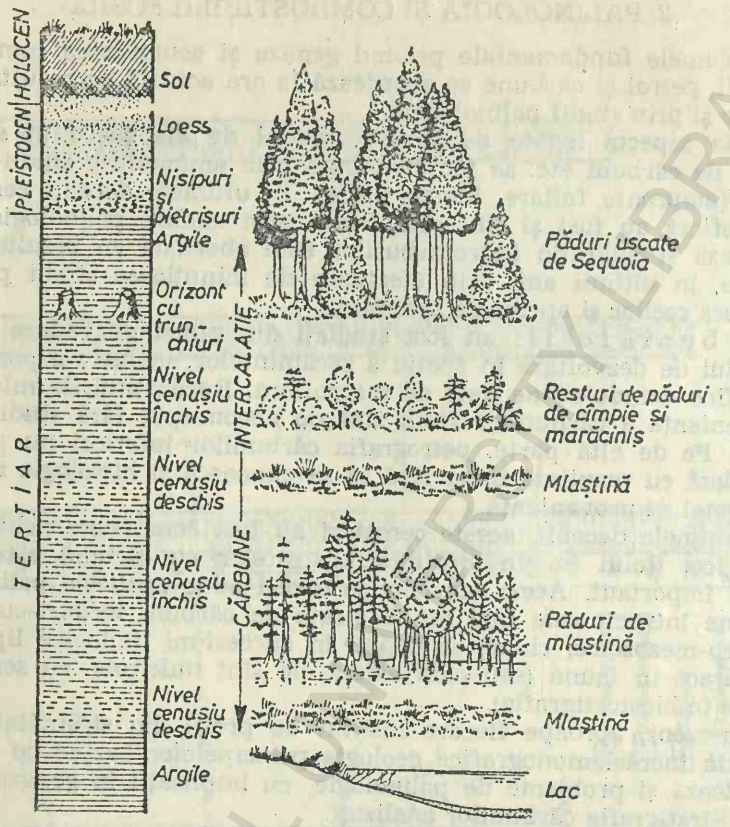


Fig. D.5 — Principalele faze de formare a cărbunilor inferiori de vîrstă terțiară.

Referindu-se la modul de formare a cărbunilor din Valea Jiului, R. Givulescu (1974) arată că un rol important l-a avut pădurea mlăștinoasă cu *Taxodium*, asemănătoare pădurilor din regiunile actuale, subtropicale și cald temperate din sud-estul Americii de Nord. Era vorba de o mlaștină acoperită permanent de ape, cu o vegetație formată din *Taxodium, Glyptostrobus europaeus* (predominant) și monocotiledonate acvatice *(Salvinia, Nelumbo)*. În apropierea arealului mlăștinos se dezvolta *Acer tricuspidatum, Carya* și *Myrica* — o plantă iubitoare de zone mai uscate. Faza cu *Myrica* ar fi o fază foarte importantă în formarea cărbunilor din Valea Jiului. Turbăria cu *Sequoia* este faza cea mai uscată în evoluția unei turbării și a avut un rol important în acest bazin. Oscilațiile negative repetate au dus la formarea unor strate de cărbuni cu grosimi variate de la 0,70 la 2,50 m. Se apreciază că un strat de cărbune cu o grosime de 10 m se formează într-un interval de timp de la 25 000 la 50 000 ani (Schwarzbach, 1949). Din păcate pînă la această dată nu s-a elaborat un studiu palinologic de detaliu asupra formațiunilor din acest bazin, care ar fi adus noi precizări despre formarea cărbunilor din Valea Jiului.

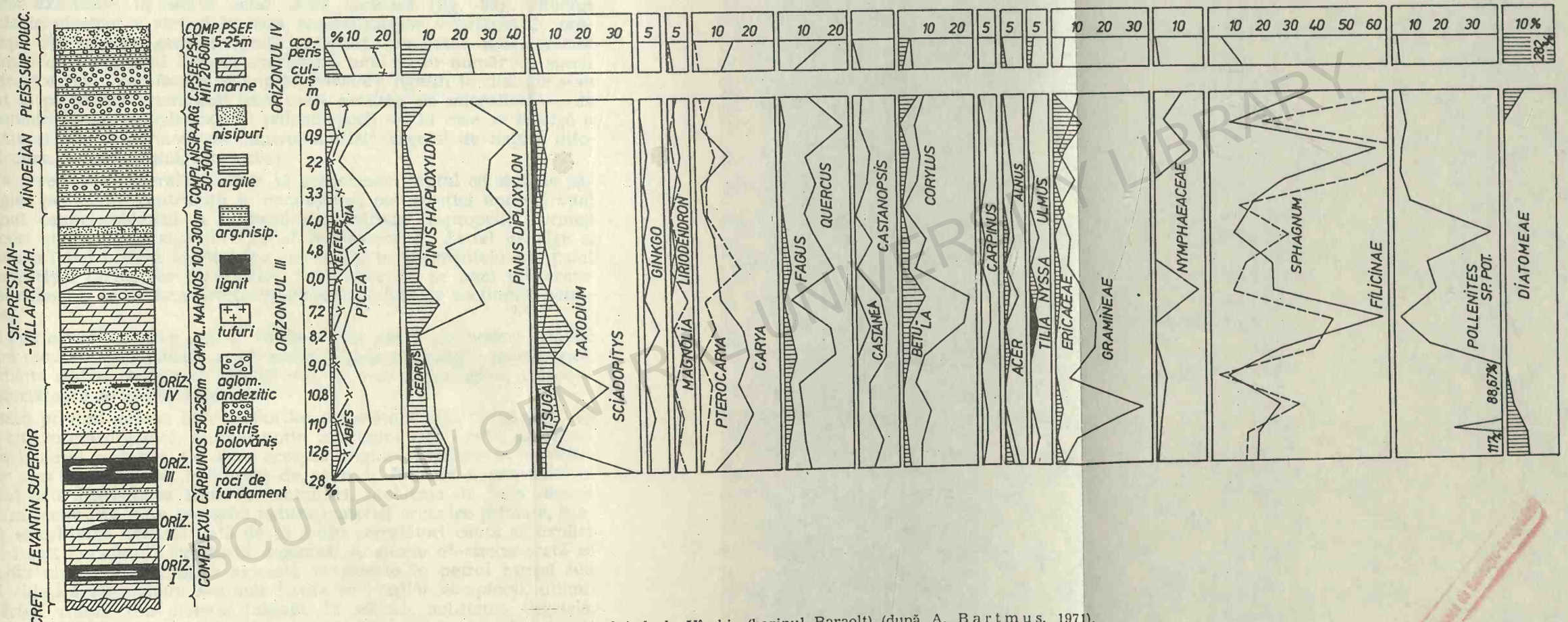


Fig. D.6 — Diagrama sporo-polinică a lignitului de la Vîrghiș (bazinul Baraolt) (după A. Bartmus, 1971).

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În regiunea Căpeni-Vîrghiș-Baraolt, studiul palinologic efectuat în formațiunile purtătoare de cărbuni relevă o fază dominantă a pinului de tip *haploxylon*, caracteristică dealtfel pliocenului inferior, după care urmează o fază cu pin de tip *diploxylon* (A. Bartmus, 1971). Aceste faze (spectrul 820 cm) din orizontul III reprezintă un important reper palinostratigrafic pentru limita pliocen-pleistocen (fig. D.6).

În zona cu ligniți de vîrstă pliocenă din sectorul Roșiori — Oradea și Voivozi (din partea de NV a României) s-au stabilit cîteva biozone stratigrafice care au permis corelarea stratelor cu ligniți ca urmare a forajelor executate, în cadrul celor două sectoare (fig. 83)[1]. Studiul palinologic efectuat a stat și la baza reconstituirilor vegetației de proveniență, din care au generat ligniții cercetați. S-a putut astfel preciza că alături de materialul lemnos aparținînd unui mare număr de specii silvestre (ce revin coniferelor și angiospermelor), ligniții în discuție s-au format și pe seama acumulării unei mari cantități de microfloră — de proveniență mixtă (fitoplancton și poleno-spori) —, la care se adaugă o cantitate și mai importantă de „micromaterial" vegetal de natură diferită (frunze, ramuri, rășini, suber etc.).

Ca o remarcă generală, trebuie să consemnăm faptul că studiile palinologice pot aduce contribuții în cunoașterea petrografiei unor cărbuni de tipul cannel-coal-ului și boghead-ului, cărbuni sapropelici formați din spori și respectiv alge (în special *Botryococcus*). Astfel de alge și poleno-spori pot apărea foarte bine conservați în sedimentele din patul sau acoperișul cărbunilor sapropelici, putîndu-se ca, pe baza preparatelor palinologice, să se facă precizări sistematice față de secțiunile petrografice.

Hidrocarburile pot fi studiate din punct de vedere genetic și după modul de acumulare în zăcămînt și prin cercetările palinologice. Importante sînt și studiile de stratigrafie, pe baze palinologice, a depozitelor purtătoare de hidrocarburi.

Dacă privind geneza hidrocarburilor cercetătorii sînt, în general, de acord cu ipoteza organică, nu mai puțin interesant este modul de abordare a ipotezei amintite. Cei care acceptă originea organică a hidrocarburilor sînt de acord că, indiferent de căile de formare a petrolului și de felul sau intensitatea factorilor catalitici, problema de bază rămîne (în afara factorului timp geologic) natura materiei organice primare, cantitatea și calitatea acesteia. Iată de ce mulți cercetători caută să explice care au fost sursele de substanță organică. Analizele efectuate arată că substanța organică de origine animală se găsește în petrol numai sub formă chimică elementară sau sub forma compușilor complecși, ultimii îndepărtați chimic din materia inițială. În schimb, substanța vegetală, diseminată în apele și rocile de zăcămînt și mai puțin în petrol și gazele naturale, își păstrează, uneori, atît caracterele inițiale, cît și pe cele survenite ulterior în procesul de transformare în petrol. În acest fel, materialul vegetal fosil (fitoplancton, poleno-spori, țesuturi de plante su-

[1] I. Petrescu, E. Nicorici, „Biostratigrafia depozitelor pliocene din forajele de la Roșiori-Oradea și Voivozi", Nymphaea, VII, Oradea, 1979.

perioare) poate fi utilizat în elucidarea unor probleme legate direct de formarea hidrocarburilor.

Desigur, pe plan internaţional s-au realizat progrese în interpretarea genezei organice a hidrocarburilor, tocmai plecîndu-se (şi) de la analize palinologice (K. P. Cepikov, A. M. Medvedeva, 1961; A. Combaz, 1964, 1970; I. Coreea, 1969). Contribuţii interesante privind geneza hidrocarburilor din România prin prisma conţinutului palinologic sînt aduse de N. Balteş.

Identificarea zăcămintelor de hidrocarburi în condiţii dificile impune utilizarea unor metode noi în care, pe lîngă precizarea rocii generatoare, timpul şi condiţiile de formare, caracterul primar sau secundar al zăcămintelor, să se reconstituie şi traseul de migrare a hidrocarburilor.

Studiul palinologic al apelor de zăcămînt din colectoare mezozoice (triasic mediu, cretacic) şi terţiare (miocen, pliocen) din Platforma Moesică a permis, pe lîngă interpretarea stratigrafică a asociaţiilor recuperate din apele de zăcămînt şi stabilirea caracterului primar, aprecierea gradului de metamorfism al substanţei organice vegetale şi eventualul potenţial petroligen al rocilor purtătoare. Apele de zăcămînt sînt de tip cloro-calcic şi subordonat cloro-magneziene. Gradul de amestec cu ţiţei ajunge uneori pînă la 50%. Conţinutul palinologic extras din apele de zăcămînt constituie peste 80% material de referinţă privind raportul dintre colector şi roca generatoare.

Apele de zăcămînt triasic mediu au un conţinut microvegetal predominant continental şi cu elemente din devonian-carbonifer inferior *(Auroraspora, Hymenozonotriletes, Tripartites).* Prezenţa elementelor paleozoice se explică prin transportul simultan odată cu apele de zăcămînt din sau prin formaţiunile paleozoice, în rocile colectoare triasice. Apele de zăcămînt din dogger conţin spori ca: *Cingulatisporites scabratus, Densoisporites perinatus, Murospora mesozoica, Cyathidites, Todisporites,* constituind spectrul continental şi spectrul marin cu *Nannoceratopsis gracilis, Fromea, Pareodinia,* dar fără elemente de vîrstă diferită faţă de vîrsta colectorului.

Apele de zăcămînt miocen superior (sarmaţian) conţin asociaţii predominant continentale, identice cu ale colectorului. În pliocenul inferior şi chiar în miocen apele de zăcămînt conţin asociaţii în proporţie de 60% tipice colectorului, cu material vegetal continental şi fluviatil lacustru. Modificări în conţinut apar în sectorul estic prin elemente de fitoplancton eocen *(Wetzeliella clathrata)* şi oligocen *(Deflandrea phosphoritica).* Acest fapt este surprinzător deoarece depozite eocen-oligocene lipsesc în sectorul estic al Platformei Moesice.

Cea mai mare parte a apelor asociate de vîrstă mezo- şi neozoică au caracter secundar, conţinutul provenind din alte formaţiuni, diferite ca vîrstă de cea a colectorului. Puţine ape de zăcămînt sînt de origine primară (dogger, sarmaţian).

Urmărirea gradului de metamorfism al materialului palinologic din formaţiunile menţionate a permis stabilirea valorii optime de 3 pentru generarea hidrocarburilor. Această valoare este variabilă, în dogger (3,5) în sarmaţian (2,8—3,3) în „tortonian" (3,4—4,1) (fig. D.7). În schimb, formaţiunile triasicului mediu, cretacicului şi pliocenului au valori mici între 1—2,5, deci cu slab potenţial genetic al hidrocarburilor. Doggerul

cu valoare de 3,5 poate fi considerat sursă generatoare a hidrocarburilor. Se poate spune că metamorfismul organic nu variază direct proporţional cu vîrsta sedimentelor purtătoare, acesta fiind condiţionat de factorii chimici, fizici şi biologici. S-a reuşit, astfel, să se stabilească corelaţia dintre metamorfismul termic, tipul vegetal fosil şi posibilităţile generatoare de petrol. Aceasta a permis interpretarea genetică a principalelor tipuri de hidrocarburi (metan biogen, petrol greu, petrol mediu, condensat+petrol uşor+gaz umed).

Pe baza studiilor palinologice ale asociaţiilor microfloristice conţinute în apele de zăcămînt, s-a stabilit autohtonia şi alohtonia principalelor zăcăminte de petrol din România. Au fost separate: asociaţii microfloristice (din apele de zăcămînt) de aceeaşi vîrstă cu cea a stratului purtător (circa 8% din totalul probelor analizate); asociaţii de aceeaşi vîrstă şi mai vechi decît stratul purtător (75%); asociaţii care conţin şi specii mai noi decît stratul purtător (5%). Urmărind repartiţia stratigrafică a apelor de zăcămînt „in situ" şi acceptînd corelarea lor cu rocile generatoare de hidrocarburi se constată repetarea condiţiilor favorabile formării acestora, confirmîndu-se ipoteza ciclicităţii emisă de H u n t, 1961 şi U s p e n s k a i a, 1969. Ciclurile sînt delimitate de seriile sursă, cea din bază fiind urmată de serii în care fluidul se deplasează, ciclul încheindu-se sau cu acumularea definitivă a fluidului într-un colector sau prin formarea unei noi serii sursă. În Platforma Moesică, ciclurile corespund intervalelor: devonian superior-triasic, jurasic inferior-neocomian, cretacic superior, eocen (sursă şi colector), oligocen- miocen şi miocen superior-pliocen (N. B a l t e ş, 1976).

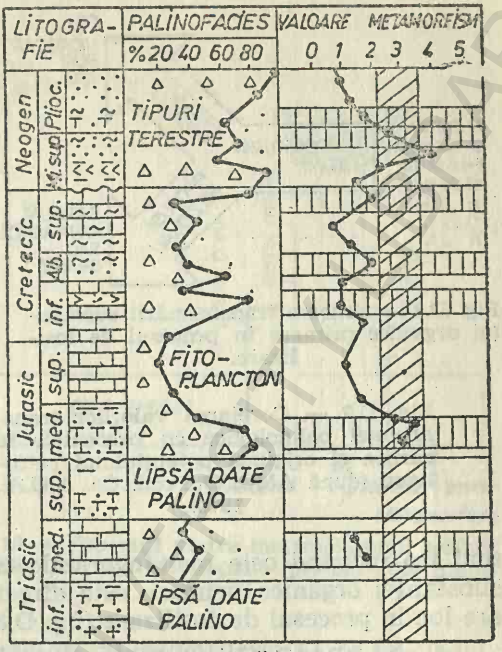


Fig. D.7 — Palinofaciesul şi valoarea optimă de generare a ţiţeiului în formaţiunile mezozoice şi neozoice din Platforma Moesică (după N. B a l t e ş, 1975).

Privitor la originea organică a petrolului se relevă raportul strîns dintre procesul de transformare a substanţei organice şi posibilităţile petrogenetice ale stratului respectiv. Transformarea substanţei organice se numeşte metamorfism organic sau diageneză organică. Metamorfismul se produce prin temperatură sau alterare termală. O latură importantă în recunoaşterea rocilor sursă de hidrocarburi este identificarea microscopică a kerogenului prin metoda palinologică. Au fost puse în evidenţă mai multe varietăţi de kerogen, grupate în tipuri amorfe şi structurate, pri-

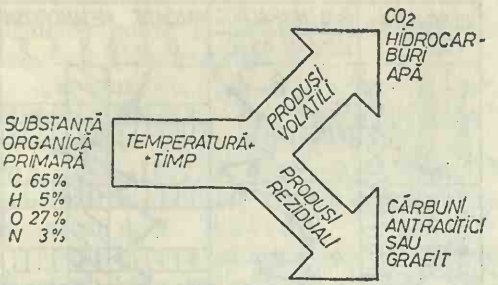


Fig. D.8 — Schema transformării substanței organice primare în procesul de fosilizare.

TRANSLUCENȚĂ (%)	CARBON (%) ÎN KEROGEN	POTENȚIAL PETROLIGEN
80	60	
75		
70		Pregenerare
65		
60	70	
55		
50	75	Generare primară
45		
40		
35	80	
30		Generare optimă
25	82	
20		
15	83	
10		
5	84	Post-generare

Fig. D.9 — Corelarea valorilor translucenței palinologice cu procentele în carbon și originea potențialului petroligen (după AMOCO Prod. Co., S.U.A., 1976).

mul tip indicînd cele mai favorabile condiții generatoare. Transformarea substanței organice primare este direct legată de temperatură și timp și are loc în procesul de fosilizare (fig. D.8).

F. Staplin (1975) arată că metamorfismul materiei organice cuprinde 3 faze principale de transformare a substanței vegetale, în funcție de creșterea temperaturii și a factorului timp. Acest metamorfism se definește prin culoarea fracțiunilor vegetale, a reflectanței și a translucenței. Se deosebesc 2 faciesuri: imatur și matur. Faciesul imatur abundent în metan și urme de hidrocarburi de tip C_2—C_{14} și alți compuși nehidrocarburici prezintă material palinologic nealterat geotermic, dar cu efecte ale degradării fizice și biochimice. Faciesul matur indică tot spectrul de hidrocarburi, fiind un generator tipic (fig. D.9).

Materialul palinologic prezintă culori de la brun deschis pînă la brun închis și o putere de transmisie moderată a luminii reflectînd modificări de ordin chimic. După D o w (1975) generarea petrolului din substanța organică diseminată în roci sedimentare este o reacție termochimică apropiată de procesul de carbonificare, în care durata proceselor termice are rol primordial. În regiunea Gulf Coast (S.U.A.), 12 foraje investigate pe un segment de la cretacic la pliocen au permis stabilirea unei temperaturi optime de generare în cretacic la 84°, în oligocen la 113°, iar în miocenul superior la 143°C. Pentru România au fost stabilite 6 stadii principale de metamorfism, de la 0 la 5, pentru 7 categorii de substanță organică vegetală (N. B a l t eș, 1973). S-a constatat că, cu cît crește îmbogățirea în carbon, funcție directă a temperaturii, morfologia tipurilor palinologice se șterge, dimensiunile scad, volumul tinde spre forme sferice, iar culoarea variază de la galben-brun la negru. Pe baza acestor constatări s-au stabilit ca surse generatoare bajocianul (dogger) și „tortonian"-sarmațianul (miocen).

Raportul dintre translucența materialului palinologic și conținutul în C (kerogen în %) determină așa-numitul potențial petroligen (fig. D.9).

Interpretarea metamorfismului pentru fiecare grupă principală: amorfogenă, sporogenă, fitoplanctogenă, xilogenă și carbogenă în corelație cu asociațiile autohtone și alohtone din apele de zăcămînt, cu tipurile de roci și cadrul structural concură la stabilirea originii multiple a petrolului organic, deosebindu-se două categorii de petrol: marin și continental (fig. D.10, fig. D.11).

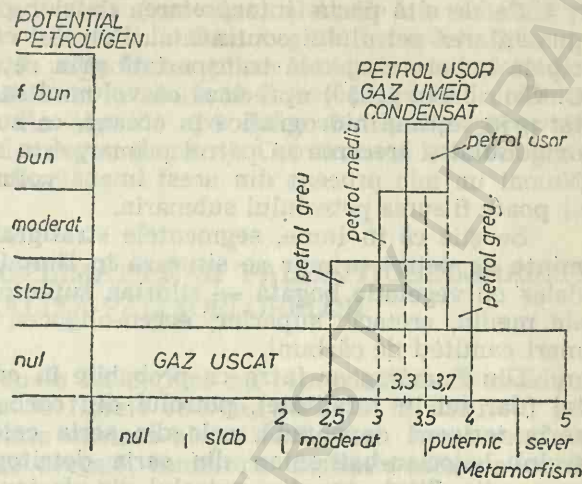


Fig. D.10 — Raportul dintre metamorfismul termic, materialul vegetal și tipurile posibile de hidrocarburi.

Petrolul marin s-a format pe baza materiei organice de tip plancton vegetal (alge) și animal (foraminifere). Din studiile elaborate pînă în prezent este greu de precizat prezența petrolului de origină marină în exclusivitate în România. Participări însemnate în fitoplancton se cunosc în siurian (sectorul nordic al Platformei Moesice), în jurasic superior-cretacic inferior și în paleogenul de tip fliș, dar nu în totalitate; aici concură și elemente continentale.

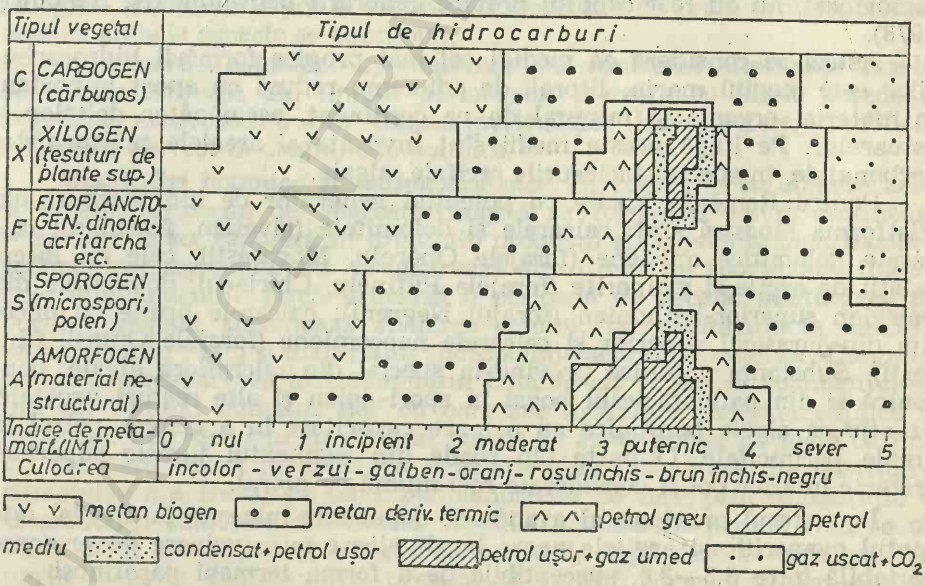


Fig. D.11 — Diagrama corelației dintre gradul de metamorfism al substanței organice vegetale și potențialul petroligen.

Pe de altă parte, interpretarea datelor palinologice face posibilă argumentarea petrolului continental. Petrolul continental are ca sursă principală materia vegetală transportată prin rețeaua hidrografică în oceane. C. Corbett (1955) apreciază că volumul materialului vegetal transportat prin rețeaua hidrografică în oceane, ca sursă genetică după pierderea oxigenului și trecerea în petrol primar, este de 463 milioane barili anual. Numai un mic procent din acest imens volum se conservă în sedimente și poate fi sursa petrolului submarin.

Se știe că în lume, segmentele stratigrafice cu cele mai mari zăcăminte de petrol primar se situează în timpul sau puțin înaintea perioadelor cu vegetație bogată — silurian superior, carbonifer superior, jurasic mediu, cretacic superior, eocen-oligocen —, perioade dealtfel și cu mari cantități de cărbuni.

Din România ar intra ca probabile în categoria petrolului continental (dar nu în totalitate), petrolul din carbonifer, acumulările mici din seria terigenă devoniană, cele din seria calcaro-dolomitică triasică, petrolul bajocian-bathonian din seria detritogenă superioară și petrolul eocen din flișul carpatic, petrolul din dacian care prin caracterul naftenic a derivat din material vegetal terestru.

Petrolul mixt este format în mare parte din material continental, depus în condiții litoral-marine. Acest tip de petrol este larg răspîndit în țara noastră, fiind reprezentat prin secvențe generatoare siluriene, devoniene, triasice și jurasic medii. Un exemplu de generator de hidrocarburi este dat de seria calcaro-dolomitică din ladinian din sudul Platformei Moesice, care conține un bogat material vegetal continental. Acest material vegetal a generat un petrol ușor numai în sectorul sudic, pe cînd în sectorul nordic sau estic, unde materialul vegetal este slab metamorfozat, nu au fost condiții propice generării petrolului (N. Balteș, 1978).

Astăzi se consideră că mediul cel mai propice formării hidrocarburilor este mediul marin, litoral, de adîncime redusă cu aport important în material organic și mineral de pe continent, asemănător deltelor și estuarelor. Pe lîngă aceste medii sînt invocate și arealele platformelor carbonatate, în special faciesurile recifale, algale.

Pentru România, rocile cu potențial generator de hidrocarburi din Platforma Moesică sînt: calcarele și dolomitele (givetian, frasnian); calcarele dolomitice anisiene (forajele Oporelu, Mogoșești), cele cu intercalații de argile și evaporite (forajele Putineiu, Chiriacu); dolomitele din bajocian superior-bathonian (forajul Negreni); calcarele brune cu oncolite din jurasicul superior și calcarele neocomiene (forajele Optași, Ciurești). Substanța organică provine în special din microflora algală, bentonică și din palinofaciesul bogat în spori-polen și alte resturi vegetale. Se știe că algele bentonice au o mare capacitate în a genera petrol în areale perirecifale. O parte din rocile din segmentul jurasic superior-cretacic inferior pot fi considerate roci mumă de petrol.

În sectorul muntean al avanfosei, depozitele miocene în special orizontul evaporitic și argilele negre burdigaliene au o valoare generatoare variabilă între 3,3—3,6, susceptibilă de a forma termeni parafinoși.

Posibilități slabe de generare a hidrocarburilor manifestă materialul vegetal din orizontul cenușiu al helveținului superior care în sonde a

dat valori între 2,9—3,6. Valori apropiate au fost înregistrate și în pliocen (meoțian). Secvențele badeniene (tortonian) șisturile cu radiolari și marnele cu *Spirialis* au indice de metamorfism vegetal între 3,4—3,8.

Remarcăm unele asociații palinologice pliocene (dacian inferior) din nivele argilo-cărbunoase străbătute de sonde la Bucov și Spineni alcătuite în proporție de peste 60% din alge de apă dulce de tip *Botryococcus*, alături de un bogat material xilogen (lemnos). O asemenea asociație este capabilă să genereze hidrocarburi.

3. RECONSTITUIRI PALEOCLIMATICE ȘI PALEOFITOGEOGRAFICE PRIN ANALIZA PALINOFLORELOR

Microflora întîlnită în unele formațiuni nu reprezintă decît reziduul sporopolinic fosilizat produs de florele ce s-au perindat în decursul perioadelor geologice sau cu alte cuvinte al palinoflorelor. Acest reziduu, prin macroflora producătoare evocată, constituie elemente informaționale cu privire la climatele din trecut, precum și la ariile de vegetație sau provinciile paleofloristice ocupate de acestea. Dacă pentru neozoic, compararea asociațiilor sporopolinice fosile cu cele actuale este posibilă, deci semnificația botanică a acestora se cunoaște, există și premise pentru reconstituirea în mare a vegetației din acest interval de timp. Unele elemente de ecologie actuală se pot extrapola și pentru covorul vegetal dintr-o anumită perioadă geologică prin încercarea pentru fiecare tip de vegetație a precizării succesiunii condițiilor climatice și a celor edafice. Într-o regiune oarecare, clima reprezintă factorul determinant, care influențează mantaua vegetală și modificările ce rezidă în spectrele palinologice. Modificările pot fi de ordin botanic sau de ordin sedimentologic; deseori ambele aspecte se suprapun.

Modificările botanice. În cuaternar s-a constatat alternanța fazelor de cîmpie ierboasă din timpul perioadelor glaciare cu fazele umede de vegetație arborescentă din timpul perioadelor interglaciare, modificări reflectate perfect în diagramele polinice.

Modificări botanice și sedimentologice. În regiunile cu climate calde și umede acoperite de vegetație bogată se formează soluri caolinoase. Acest tip de sol captează în totalitate produsul sporopolinic încît bazinele sedimentare apropiate nu înregistrează alte tipuri de spori-polen înafara aportului anemofil. Dacă urmează o perioadă de secetă, înlăturarea covorului vegetal antrenează spălarea solului, iar sedimentarea detritică va antrena în bazin și materialul sporopolinic acumulat anterior. Diagrama polinică înregistrează atît elementul botanic cît și pe cel sedimentologic într-un context climatic, dar cu oarecare întîrziere. Aceasta explică de ce seriile detritice sînt în general bogate în spori-polen, cu toate că uneori ele s-au depus în epoci cu vegetație slab dezvoltată. Reconstituirea climatelor din trecut pe baza palinomorfelor se face prin comparație cu elemente și caractere din lumea vegetală actuală. În primul rînd se observă și se determină sporii și polenul fosil, după care se cercetează tipurile actuale comparabile, precum și identificarea plantelor care au produs sporii și polenul respectiv. După această fază se cercetează con-

diţiile climatice actuale şi unii parametri ecologici, ca altitudine, sol, precipitaţii. Dispunînd de toate aceste elemente se poate încerca reconstituirea climatelor din anumite perioade geologice şi a ambianţei geografice. Nu totdeauna se pot reconstitui climatele cu certitudine, pentru că nu putem fi siguri că anumite condiţii de viaţă ale unei specii sau specii fosile au fost aceleaşi cu speciile actuale comparabile. Această incertitudine creşte cu cît coborîm pe scara geologică, de ex, în paleozoic. Se pot contura aproape sigur variaţiile relative de temperatură şi succesiunile climatice.

Clima în decursul erelor geologice. Paleozoic. Încă din *silurian* îşi fac apariţia primele plante vasculare (licofite) ierboase, cărora le urmează în devonianul inferior şi mediu plante ierboase şi arbustive (psilofite, licofite şi sfenofite), iar în devonianul superior plantele arborescente. Această vegetaţie se consideră a se fi dezvoltat în medii mlăştinoase şi la temperaturi ridicate. În unele areale, ca cel al „Gresiei roşii vechi" (Olt Red Sandstone), vegetaţia ierboasă psilo- şi licofitică s-a dezvoltat în climate mult mai uscate, fără a putea distinge unele diferenţieri climatice de ordin palinologic în această perioadă.

În *carbonifer* se produce o diversificare floristică, în special printre ferigi, marea majoritate a vegetaţiei fiind de tip arborescent, dezvoltată în climate calde şi umede, mai ales în provincia Euramericană; aceste climate pot fi comparate cu cele actuale din regiunile mlăştinoase de tip swamps din Virginia şi Colorado, climate fără variaţii sezoniere, dacă ţinem cont că tulpinile arborilor din această provincie nu prezintă inele de creştere. Condiţii climatice apropiate prezintă şi provincia floristică Angara (fig. D.12.). Pe baza datelor mineralogice şi pedologice se con-

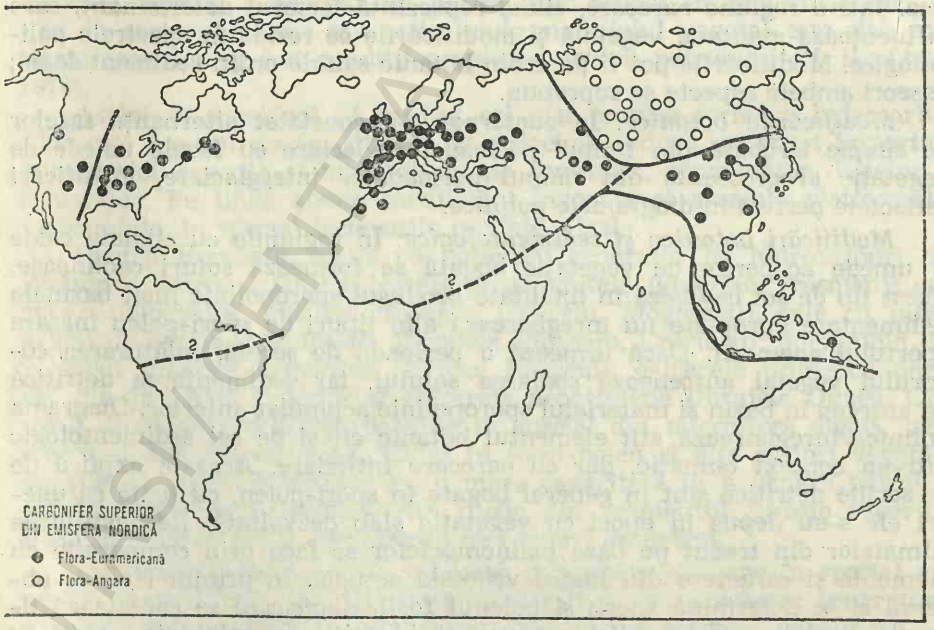


Fig. D.12 — Domeniile fitogeografice în timpul carboniferului superior din emisfera nordică.

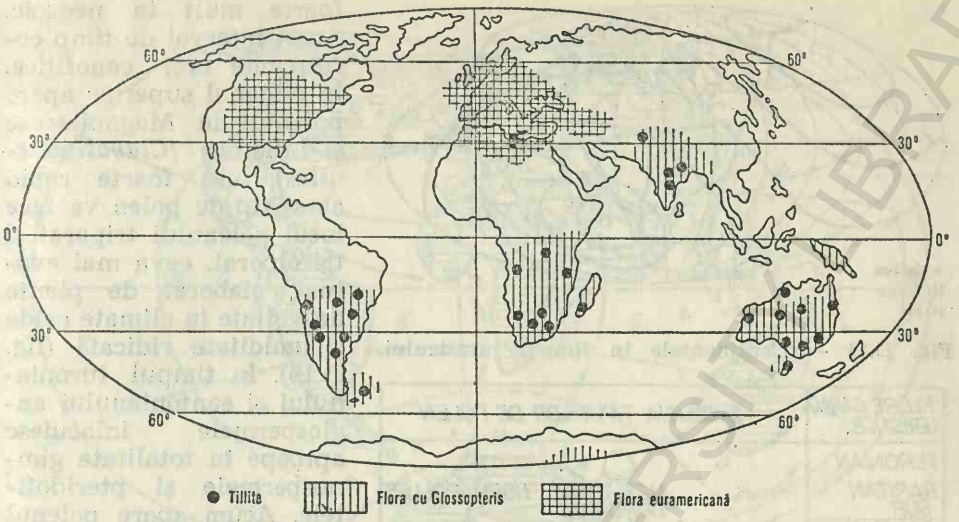


Fig. D.13 — Harta paleogeografică și florele caracteristice în intervalul carbonifer- — permian.

sideră că în timpul carboniferului clima era de tip tropical sahelian (deșertul Sahel din Africa), cu vegetație formată din păduri galerii și plante xerofitice. În *permian*, după depozitele glaciare dezvoltate în emisfera sudică, se dezvoltă flora cu *Glossopteris* (după unii autori cu caracter intratilitic), pentru care se admite un climat cu variații sezoniere de tip temperat, vegetația fiind reprezentată prin arbori și arbuști cu frunze căzătoare și inele de creștere prezente chiar la *Glossopteris* (fig. D.13). Un climat asemănător acestei provincii se întîlnea și în provincia Angara.

Mezozoic. Mesofiticul începe în permian, în provincia floristică Angara și abia în triasicul inferior în provincia Gondwana. Aceste schimbări floristice importante corespund unei creșteri accentuate în ariditate, contemporană cu o nouă fază de activitate tectonică. În această eră distingem o perioadă „primară", care corespunde permian-triasicului mediu în Europa, mai ales cu climat predominant arid, și o perioadă „medie", care începe în triasicul superior și în care zonele aride încep să piardă în areal, iar vegetația devine din ce în ce mai uniformă, fiind iubitoare de umezeală. Climatul era cald în zonele tropicale și temperat moderat în zonele arctice și antarctice. Acum apare flora ginkgofitică în Angara, în timp ce Europa va fi invadată de flora indo-europeană, care va coborî pînă în emisfera sudică pentru a înlocui parțial flora cu *Glossopteris (Dicroidium)* în provincia Gondwana. Aceste procese sînt preludiul unei lungi perioade de stabilitate floristică și climatică. Flora dominant gimnospermică cu cicadofite, ginkgofite, alături de ferigi este mărturia unui climat cald și umed relativ constant (fig. D.14.). Acest caracter se reflectă foarte bine și în spectrele de poleno-spori. Perioada recentă începe din jurasicul terminal și se continuă pînă în albian. În această etapă, noi zone aride apar în emisfera nordică, iar climatul devine mai cald și mai uscat. În albian vor apare primele angiosperme, care se vor dezvolta

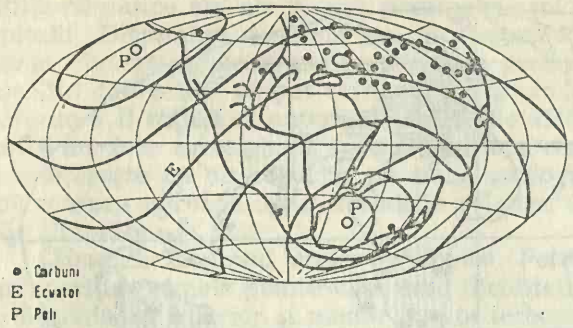


Fig. D.14 — Continentele în timpul jurasicului.

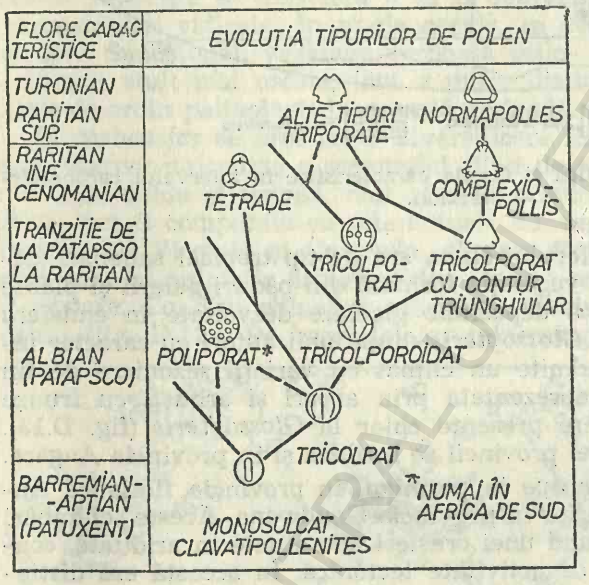


Fig. D.15 — Relațiile filogenetice posibile între principalele grupe morfologice de polen de angiosperme în succesiunea formațiunilor Potomac — Raritan din arealul estic al S.U.A. (după J. A. Doyle, 1969).

foarte mult în neozoic. Acest interval de timp corespunde erei cenofitice. În albianul superior apare polenul de Magnoliaceae și Liliaceae *(Clavatipollenites)*, însă foarte rapid acest tip de polen va face locul polenului triporat și tricolporat, ceva mai evoluat, elaborat de plante dezvoltate în climate calde și umiditate ridicată (fig. D.15). În timpul turonianului și santonianului angiospermele înlocuiesc aproape în totalitate gimnospermele și pteridofitele. Acum apare polenul de tip Aquilapollenites și Normapolles. Palinologic, începe să se contureze o zonare climatică latitudinală foarte caracteristică.

Neozoic. Flora cea mai veche din Europa este cea de la Gelinden din Belgia, fiind comparabilă cu flora actuală sud-est asiatică. În eocenul inferior, o bună parte din Eurasia și America de Nord era acoperită de o vegetație ce se dezvolta sub un climat temperat cald (fig. D.16). Vegetația cuprindea o serie de elemente arcto-terțiare, cum ar fi *Salix, Betula, Corylus, Ulmus, Quercus* și elemente tropicale sudice. Unele rezultate palinologice privind curbele de temperatură se pot corela pentru paleocen și eocen între America de Nord și Europa (fig. D.17). În paleocen aceste curbe prezintă oscilații spre un climat mai temperat în danian, tropical în paleocenul mediu (montian) spre subtropical în paleocenul superior (thanetian). Pentru eocenul inferior datele nu mai sînt chiar corelabile, în special datorită incertitudinii echivalențelor cronologice între seriile studiate. În Europa, în timpul eocenului inferior se constată variații de temperatură, pentru ca în eocenul mediu (lutetian) climatul să devină cald și cu umiditate ridicată, cu elemente predominante de *Sabal* și *Nipa* (palmieri) și Juglandaceae (*Engelhardtia*). În eocenul superior (priabonian), clima se schimbă,

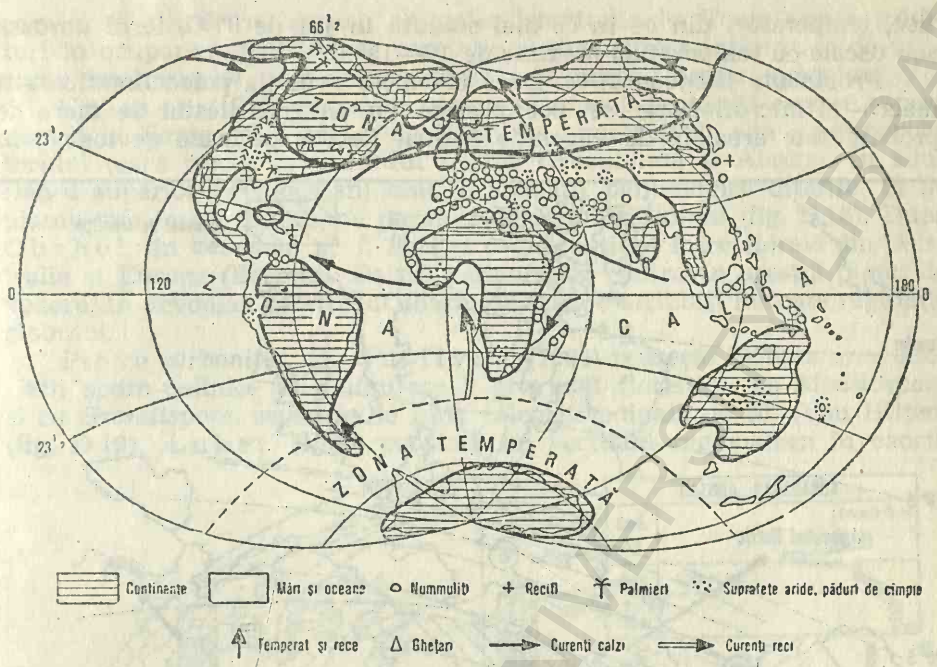


Fig. D.16 — Harta climei în paleogen.

fiind tot caldă dar cu ariditate crescîndă. Acest lucru este confirmat de prezența în număr ridicat a polenului de plante ierboase. Același caracter se menține și în oligocenul inferior. În timpul oligocenului superior apare prima schimbare mai importantă în sensul răcirii climei, fapt reflectat de apariția polenului de *Picea, Abies, Tsuga* și *Alnus*.

În miocen și pliocen erau alternanțe de temperaturi apropiate, unele destul de importante, care se succed pînă la nivelul primei răciri din cuaternar.

D. H. Mai (1970) constată pentru oligo-miocen o alternanță a două elemente floristice principale: flora de tip mastixioid sau laurofilă subtropicală, cu ierni între 4°—16° C și veri de pînă la 22° C și precipitații de peste 1 000 mm pe an; flora arcto-terțiară formată din arbori cu frunze căzătoare ce domina intervalul mio-pliocen, cu variații sezoniere caracteris-

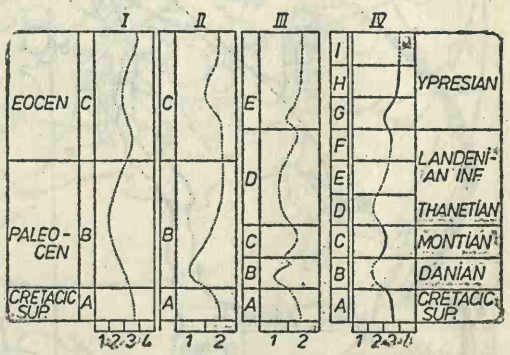


Fig. D.17 — Curbe climatice stabilite pe baza microflorei întîlnite în cretacicul superior — paleogen din emisfera nordică (după E. Roche, 1973):

I — S.U.A.; *II* — Columbia; *III* — R. D. Germană; *IV* — Bazinul franco-belgian; *1* — climat temperat; *2* — climat temperat cald; *3* — climat subtropical; *4* — climat tropical.

tice, temperaturi din ce în ce mai scăzute în jur de 3° C, ierni noroase sau uscate cu temperaturi maxime de 10—15° C.

Provinciile fitogeografice. Dacă urmărim evoluția paleoclimatică atît macro- și microfloristic se pot preciza cu un grad destul de mare de probabilitate arealele de vegetație pentru fiecare perioadă geologică, în

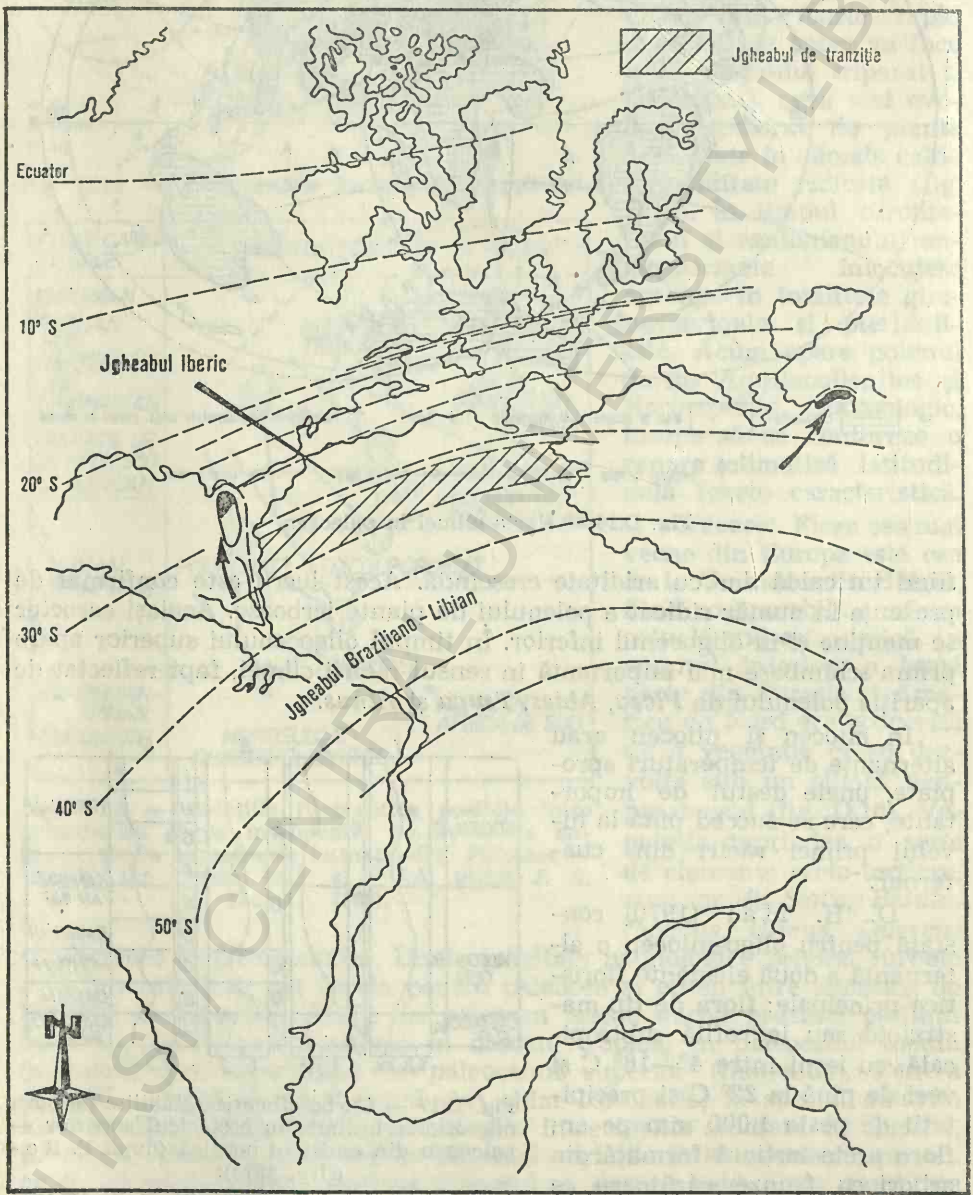


Fig. D.18 — Dispunerea asociațiilor palinologice în silurian (wenlockian) sub forma unor zone paralele, paleolatitudinale, din emisfera nordică (după Cramer, 1971).

paralel cu urmărirea zonării climatice longitudinale. Toate aceste trăsături în ocuparea arealelor cu vegetație au fost direct influențate de mișcarea continentelor, care a dus uneori la formarea florelor endemice.

Cramer (1971) definește pentru *silurian* 3 provincii care se repartizează în Europa și America de Nord, de o parte și de alta a paleoecuatorului (care trecea prin nordul insulei Groenlanda și Alaska). În silurianul superior (wenlockian) erau 6 asociații palinologice diferite, ce se plasau sub forma unor zone paralele dispuse latitudinal (fig. D.18). După Obrhel, în *devonian* ar fi existat o diferențiere între florele din Australia și Europa (Boemia). Datele palinologice contravin acestui punct de vedere. În devonian sporii sînt foarte uniform distribuiți în toate regiunile globului.

Pentru *carbonifer*, E. Sullivan (1964) reușește pe baza unor asociații sporo-polinice să delimiteze 2 provincii floristice: cu *Monilospora* și cu *Grandispora*, separate de linia paleolatitudinală de 20° (Van Hilten) (fig. D.19). Luber (1960) constată un veritabil regionalism în cadrul

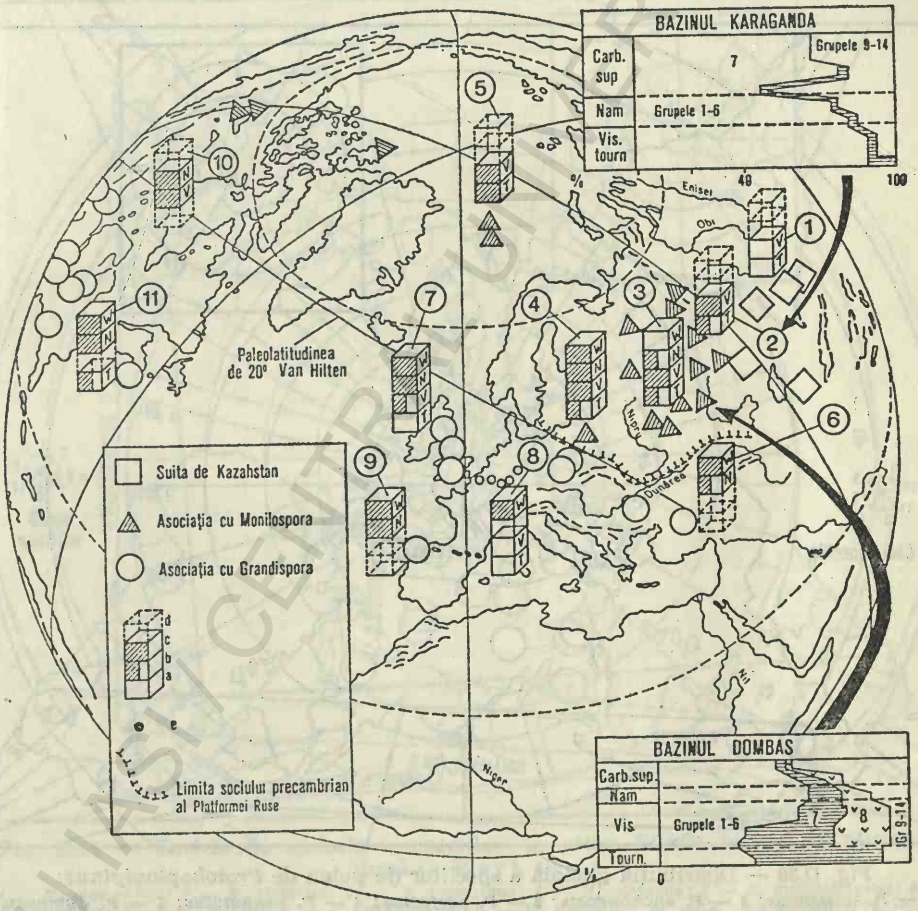


Fig. D.19 — Asociații și provincii sporo-polinice în carbonifer (după M. Streel, 1972).

florei viseene, în care grupul Trilobozonotriletes este abundent în bazinul Dombas, dar lipsește în bazinul Karaganda. Acest grup descreşte în frecvenţă în zona Ural şi reapare din nou în Europa (Anglia). Acelaşi proces se constată şi la sporii prevăzuţi cu formaţiuni ecuatoriale (cingulaţi). Genul *Densosporites* ar fi migrat din regiunea Platformei Ruse spre Ardeni şi Anglia.

La sfîrşitul carboniferului, Pangea era deja scindată în două regiuni, boreală (ce corespundea Laurasiei) şi australă (ce cuprindea continentul Gondwana) (fig. D.12.).

În perioada permiană se disting 4 provincii floristice bine individualizate. În Laurasia provinciile Euramericană, Angara şi Cathaysiană, iar în Gondwana o singură provincie.

În provincia Euramericană flora este reprezentată prin genurile *Pecopteris, Callipteris, Lebachia, Walchia* şi cordaitale în permianul inferior, fiind în ansamblu o floră de tip tropical. În permianul superior se trece la o floră de tip arid, dominată de conifere *(Pseudovoltzia)*, cica-

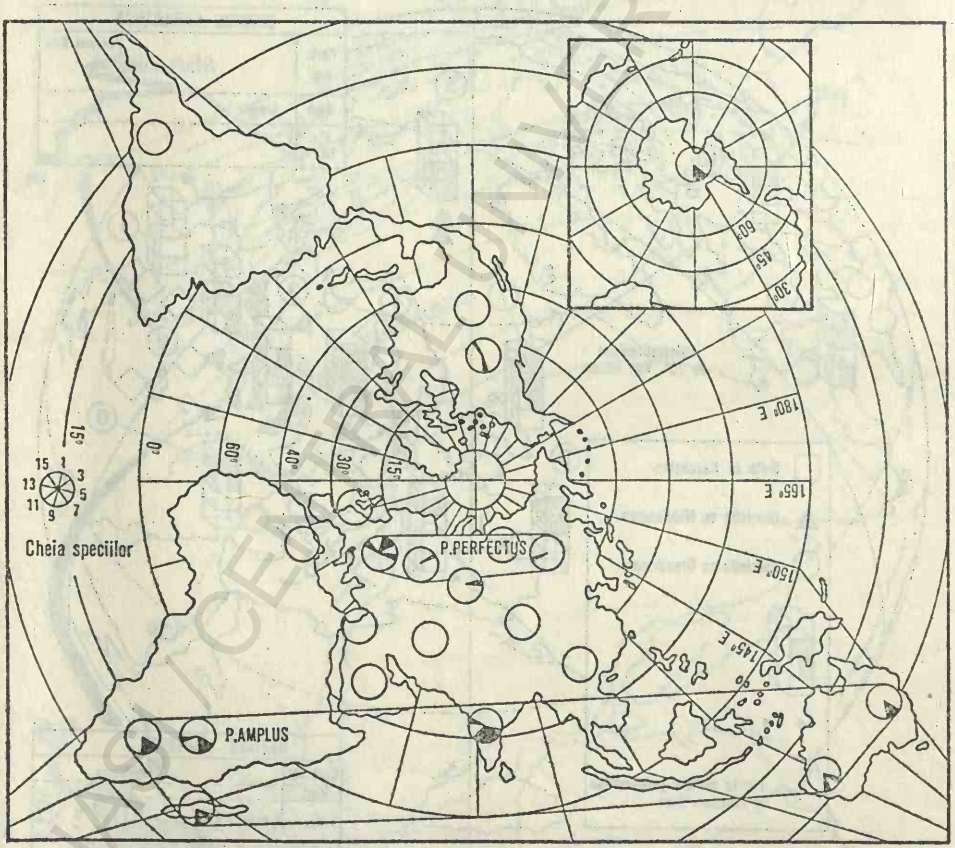


Fig. D.20 — Distribuţia globală a speciilor de polen de *Protohaploxipinus:*
1 — P. latissimus; 2 — P. suchonensis; 3 — P. perfectus; 4 — P. pennatulus; 5 — P. dvinensis; 6 — P. amplus; 7 — P. micros; 8 — P. sewardi; 9 — P. goriaiensis; 10 — P. kumaonensis; 11 — P. rhomboeformis; 12 — P. globus; 13 — P. jacobii; 14 — P. volaticus; 15 — P. samoilovicii (după G. Hart, 1969).

dofite *(Taeniopteris)* și Ginkgoale. În anumite regiuni se constată că microflora prezintă caractere de trecere spre asociațiile din continentul Gondwana, în special tipuri de megaspori *(Lagenoisporites, Setosisporites)*, care se întîlnesc în Brazilia.

Distribuția poleno-sporilor în *permian* a permis identificarea unor asociații caracteristice provinciilor floristice individualizate încă din carbonifer.

Palinoflora *euramericană*, studiată în bazinele tipice din Europa și America de Nord, era constituită din polen sacat (*Cordaitina, Vittatina, Striatoabietites, Leuckisporites, Illinites, Limitisporites, Potonieisporites, Florinites, Cycadopites* și *Piceapollenites*, genuri cu specii diferite față de cele întîlnite în provincia Gondwana) (fig. D.20—fig. D.21).

În palinoflora *cathaysiană* se întîlnesc spori relicți din carbonifer, ca: *Torispora, Densosporites, Cordaitina, Cyclogranisporites* și polen *(Potonieisporites, Vesicaspora* și *Hemialapollenites)*. Unele specii se pot compara cu cele întîlnite în carboniferul superior din Europa și America de

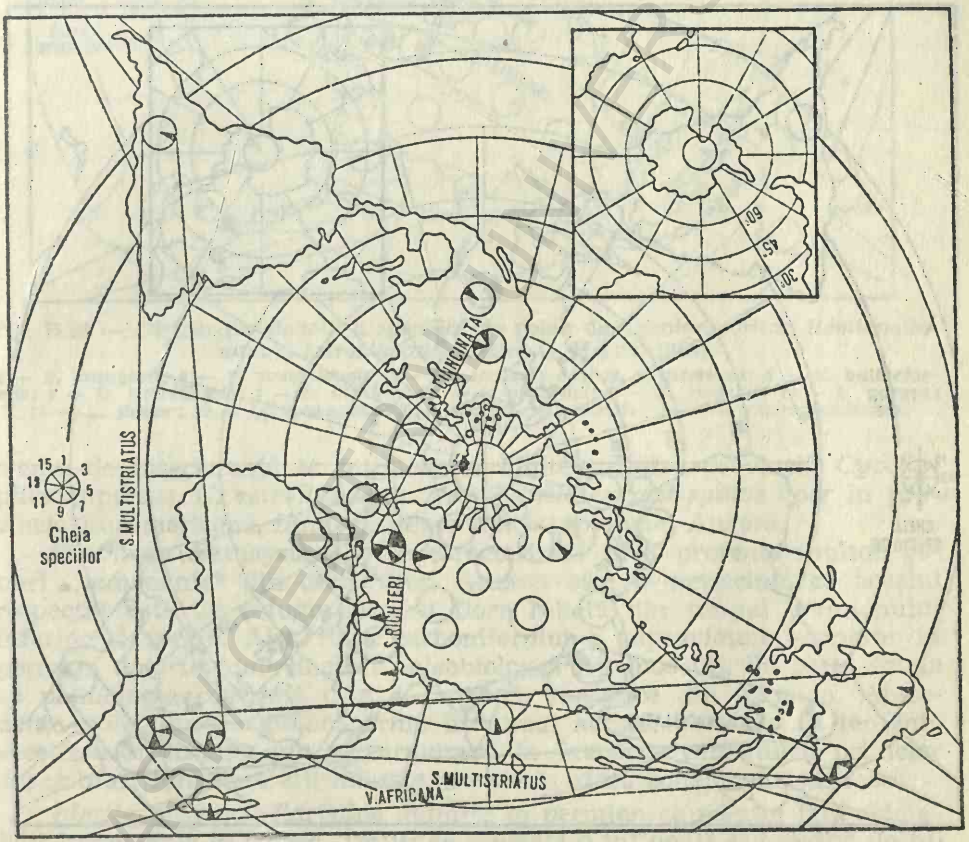


Fig. D.21 — Distribuția globală a speciilor de polen *Striatoabietites* și *Vittatina* (după G. Hart, 1969):

1 — S. elongatus; 2 — S. striatus; 3 — S. giganteus; 4 — S. striatus; 5 — S. multistriatus; 6 — S. sedovai; 7 — S. brickl; 8 — V. africanus; 9 — V. saccata; 10 — V. subsaccata; 11 — V. vittifera; 12 — V. striata; 13 — V. cincinnata; 14 — V. costabilis și *V. lata; 15 — V. woodehousei, V. simplex; 16 — V. minima.*

Nord şi foarte puţine specii *(Cordaitina uralensis)* se pot compara cu specii întîlnite în complexul superior din bazinul Kuznetk. Palinoflora provinciei *Angara* provine din flora Tunguskă a bazinului Kuznetk şi prezintă diferenţe pregnante faţă de succesiunea palinologică din provincia Euramericană. Spectrul se compune din: *Apiculatisporites, Acanthotriletes, Leiotriletes, Cordaitina, Piceapollenites* şi *Cycadopites,* dar cu specii tipice acestei provincii. Palinoflora din provincia Gondwana conţine *Cordaitina, Striatopodocarpidites, Vesicaspora, Cirratriradites (C. africanus, C. australiensis)* etc. Asemănările palinologice dintre Australia, Africa, India, America de Sud şi Antarctica în timpul permianului sînt evidente, fapt ce permite corelarea zonelor palinologice la scară intercontinentală. Din distribuţia poleno-sporilor în permian (G. Hart, 1969) se constată că puţine specii apar peste limitele provinciilor floristice definite prin macroflră (fig. D.22.—fig. D.23.). Grupul Saccites prezintă un număr mare de specii predominante în multe provincii. Unele ele-

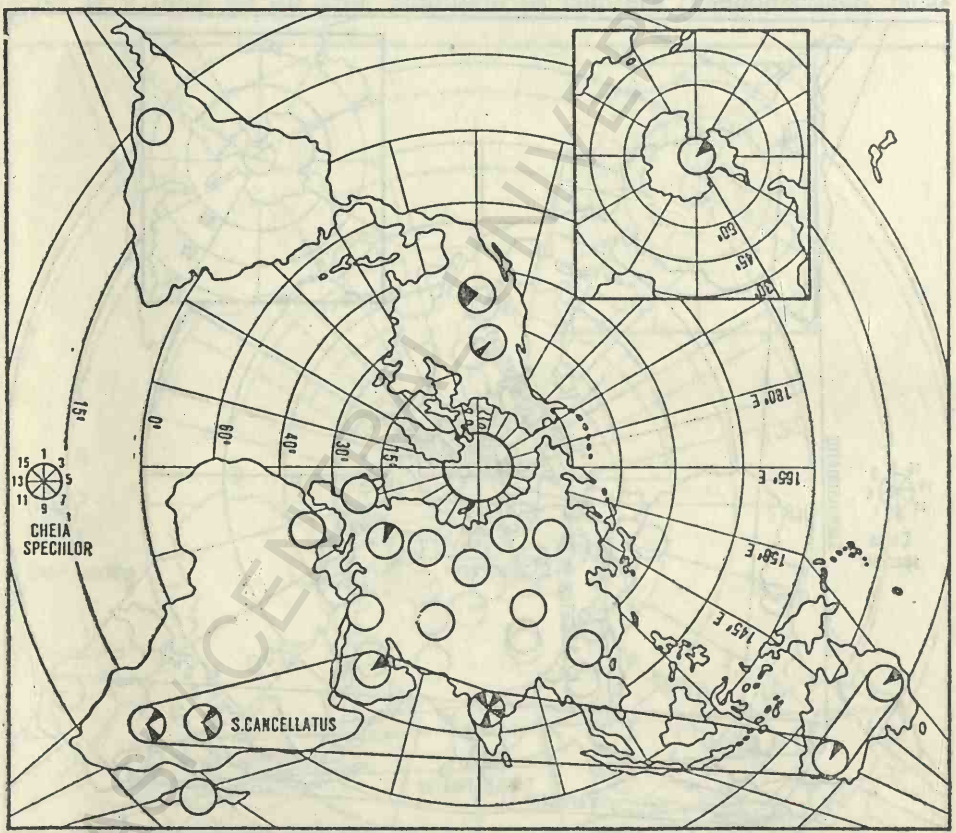


Fig. D.22 — Distribuţia globală a speciilor de polen de *Striatopodocarpidites* (după G. Hart, 1969):

1 — S. tojmensis; 2 — S. fusus; 3 — S. cancelatus; 4 — S. phaleratus; 5 — S. gondwanensis; 6 — S. renisaccatus; 7 — S. octostriatus; 8 — S. balmei; 9 — S. varius; 10 — S. rugosus; 11 — S. communis; 12 — S. limnisaccatus; 13 — S. radiatus; 14 — S. divaricatus; 15 — S. secretus; 16 — S. ranjganjensis.

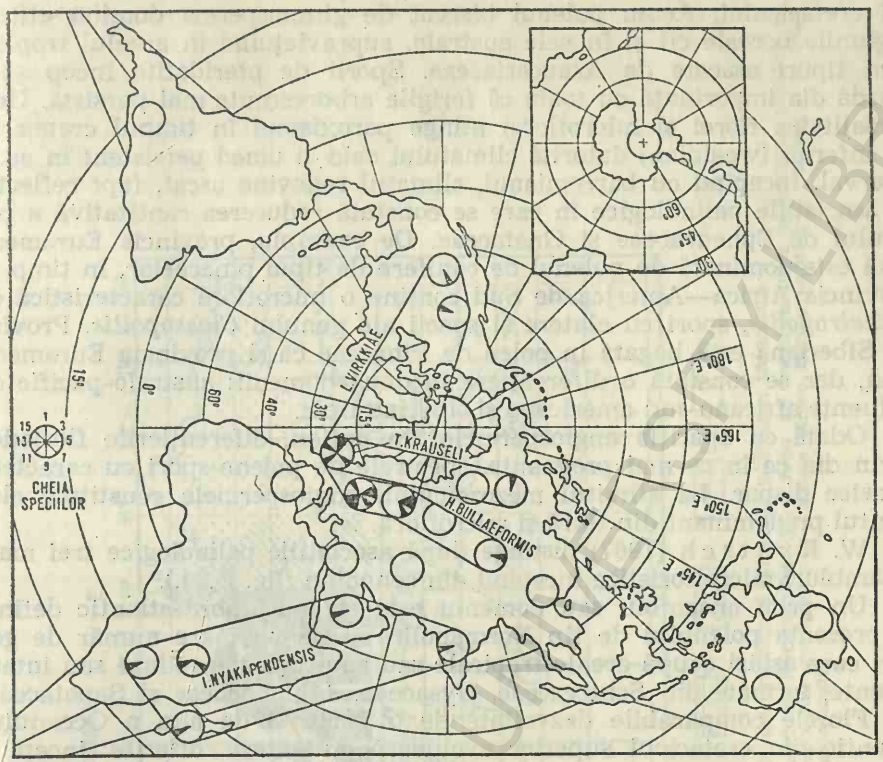


Fig. D.23 — Distribuția globală a speciilor de polen de *Taeniaesporites, Hemiapollenites* și *Lueckisporites* (după G. Hart, 1969):

1 — T. kraueselt; 2 — T. noviaulensis; 3 — H. saccata; 4 — H. tactiferinus; 5 — H. bullaeformis; 6 — H. karrooensis; 7 — L. virkkiae; 8 — L. globosus; 9 — L. ruttneri; 10 — L. parvus; 11 — L. junior; 12 — L. nyakapendensis; 13 — L. tattooensis; 14 — L. microgranulatus.

mente de interferență se întîlnesc la limitele dintre provincii; *Cycadopites capertus, C. retroflexus* și *Acanthotriletes rectispinus* apar în provincia Euramericană, fiind elemente tipice provinciei Angara.

Provincia Cathaysiană este caracterizată prin prezența multor genuri „remanente" din carbonifer. Aceasta este o consecință că arealul respectiv este un refugiu pentru flora relictă din timpul permianului inferior și mediu. Aici, flora carboniferului a supraviețuit temporar în permian datorită unor factori paleobiologici necunoscuți. Se poate spune că palinologia confirmă cele 4 provincii floristice din permian. Abundența polenului de gimnosperme în cursul acestei perioade cu tendințe secetoase-aridizante este un argument în favoarea constituirii primelor ansambluri forestiere altitudinale plasate în afara zonelor mlăștinoase.

Marile provincii floristice definite în permian se mențin fără schimbări importante în *triasic*. Totuși se constată o influență europeană destul de netă în Africa de Nord prin prezența genurilor *Ovallipolis* și *Camerosporites*. Diferențe clare se constată la nivelul triasicului superior, cînd polenul bisacat, striat dispare în Africa aproape în totalitate. Această trăsătură se accentuează în liasicul inferior și se continuă pînă la sfîrși-

tul cretacicului. Acum polenul bisacat de gimnosperme domină atît în regiunile boreale cît și în cele australe, supraviețuind în arealul tropical prin tipuri asacate de Araucariaceae. Sporii de pteridofite încep să-și piardă din importanță cu toate că ferigile arborescente mai persistă. Universalitatea florei și microflorei atinge paroxismul în timpul cretacicului inferior (wealdian) datorită climatului cald și umed persistent în acest interval. Începînd cu barremianul, climatul redevine uscat, fapt reflectat de asociațiile palinologice în care se constată reducerea cantitativă a polenului de Ephedraceae și Gnetaceae. De exemplu, provincia Euramericană este dominată de polenul de conifere de tipul pinaceelor, în timp ce provincia Africa—America de Sud conține o microfloră caracteristică cu *Dicheiropollis*, spori cu elatere și specii ale genului *Classopollis*. Provincia Siberiană este bogată în polen de Pinaceae ca și provincia Euramericană, dar se constată o diferențiere în două domenii: australo-pacific cu influențe africano-sud americane și siberian tipic.

Odată cu apariția angiospermelor în apțian, diferențierile floristice devin din ce în ce mai pregnante, spectrele de poleno-spori cu caractere jurasice dispar. La sfîrșitul mezozoicului, angiospermele constituie elementul predominant din floră și microfloră.

W. Krutsch (1967) distinge după asociațiile palinologice trei mari ansambluri microfloristice începînd din senonian (fig. D.24.).

Un prim ansamblu sau domeniu este cel euro-nord-atlantic definit de prezența polenului de tip Normapolles și de un mare număr de genuri care astăzi ocupă areale tropicale sau subtropicale, reduse sau intermitente, formate din Schizeaceae, Nysaceae, Juglandaceae și Sapotaceae.

Florele comparabile dezvoltate de o parte și de alta a Oceanului Atlantic din cretacicul superior evoluează cu viteze diferite începînd din eocen. Din această epocă comunicațiile dintre Europa și America de Nord devin, se pare, din ce în ce mai estompate. Un alt domeniu este cel pacific-siberian dominat de microflora cu *Aquilopollenites* și cu Proteaceae. Proteaceele sînt prezente și în afara acestui ansamblu în Africa (Senegal, Gabon) și Europa (Franța, Grecia).

Cel de-al treilea domeniu este cel african-sud-american care acoperă un areal cu climă tropicală prin microflora cu *Proxapertites operculatus* și *Spinizonocolpites echinatus*. Flora cu Normapolles a apărut prima dată în cenomanian în Europa centrală (fig. D.25). Această floră a acoperit și teritoriul țării noastre încă din cretacicul superior (Olaru, 1974, 1978). Flora cu Normapolles cuprinde polen de tip *Complexipollis, Trudopollis, Plicapollis, Oculopollis, Endopollis*, caracteristică unui climat cald și umed. În paleocen apar genuri noi din grupul Normapolles: *Nudopollis, Basopollis*, și *Interpollis*, care se sting la sfîrșitul eocenului. Flora cu elemente de Postnormapolles este o floră nouă tipic eocenă și corespunde florei prearcto-terțiare. Această floră este de climă rece, xerofitică ce a apărut și în Carpați, migrînd din provincia Siberian-pacifică.

În eocenul mediu și superior emisfera nordică era ocupată de o floră caldă și umedă (tropicală) reprezentată prin palmieri *(Sabal, Nipa, Phoenix)*. Pe baza distribuției actuale a genului *Nipa* se admite că în eocen paleoecuatorul se plasa în jurul latitudinii de 35°N.

În paleogenul inferior din Carpații Orientali se constată apariția sau dispariția a numeroase tipuri palinologice din cadrul provinciei central-

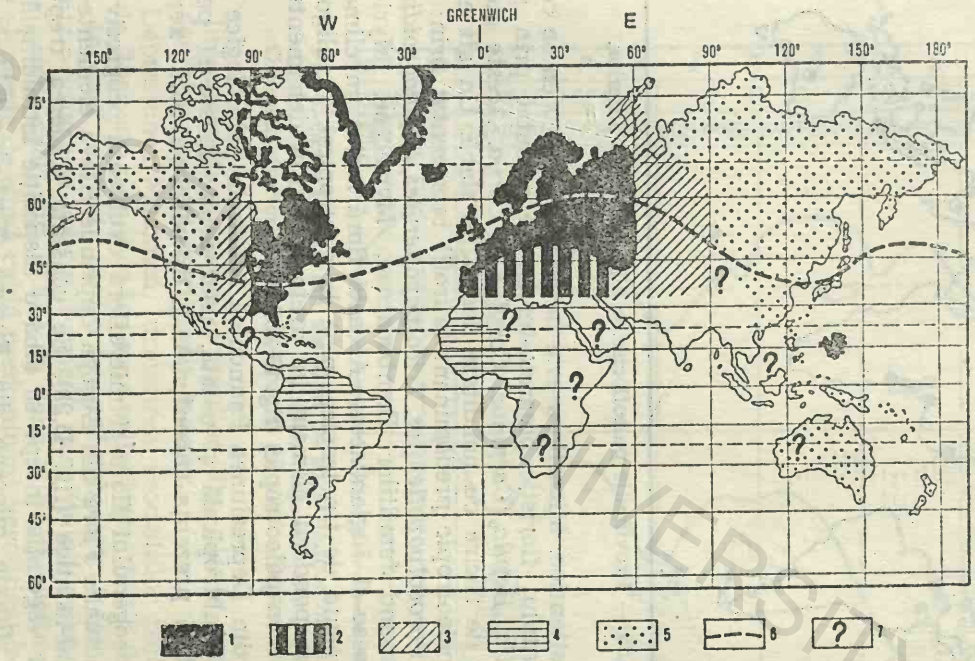


Fig. D.24 — Ansamblurile floristice din cretacicul superior-paleogen inferior:

1 — Provincia cu *Normapolles*; *2* — partea mediteraneană a provinciei cu *Normapolles*; *3* — zona de tranziție între provinciile pacifică și siberiană; *4* — Provincia pacifică-siberiană; *5* — Provincia africano-sud-americană; *6* — limita dintre florele nordice și sudice; *7* — zone neconturate.

BCU IASI
UAIC UNIVERSITY LIBRARY

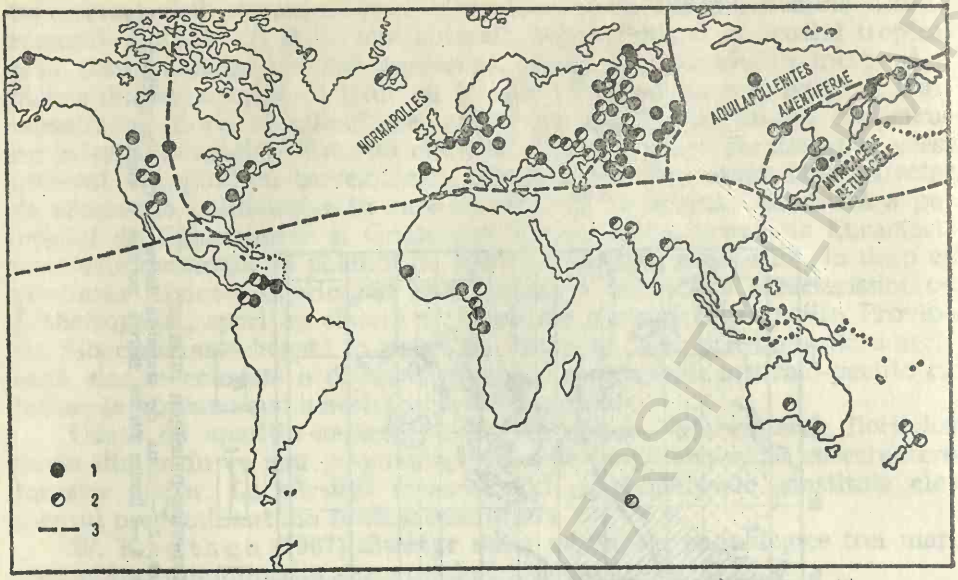


Fig. D.25 — Provinciile paleofloristice din paleocenul inferior.

europene-nord-atlantice. Microflora este heterogenă. În eocen se constată prezența elementului floristic prearcto-terțiar reprezentat prin polenul de *Quercus, Tilia, Betula, Carpinus, Corylus* și *Carya.* Aceste elemente indică perioade de răcire cu umiditate destul de slabă. Un alt element este cel eocen-paleotropic predominant laurofil reprezentat prin: *Monocolpopollenites, Porocolpopollenites, Tricolpopollenites, Sapotaceoidites,* genuri care corespund familiilor Bombacaceae, Myrtaceae, Myricaceae, Palmae, Sapotaceae și Juglandaceae. Această floră indică un climat cald cu umiditate scăzută de tip tropical pînă la subtropical. În oligocen se observă creșterea ponderii elementului arcto-terțiar în detrimentul elementului cald (eocen-paleotropic) (fig. D.26.).

În eocenul din Depresiunea Pannonică spectrele palinologice indică o climă tropical-subtropicală și uscată, ușor aridă. Există și perioade în care se constată prezența subordonată a tipurilor temperat xerofitice (fig. D.27.).

În timpul neogenului flora și microflora evoluează progresiv luînd aspectul florei actuale. Flora din Europa cuprinde cîteva elemente nord-americane și sud-asiatice (fig. D.28). Se constată scăderea treptată a temperaturii, iar vegetația începe să aibă o dispoziție latitudinală.

Privitor la florele miocene din Europa, T e i c h m ü l l e r (1958) prezintă o reconstituire a modului de distribuție a asociațiilor floristice din regiunile marine de coastă cu zone interne mlăștinoase. Se constată distribuția asociațiilor zonale după cum urmează: pădurea de *Sequoia,* situată în interiorul continentului pe culmi înalte, pădurea de arbuști și arbori formată din Myricaceae și Cyrillaceae, dezvoltată într-o zonă de mlaștină plată (zonă sursă pentru cărbunii de pădure mlăștinoasă), mlaștina cu *Taxodium* și *Nyssa* din zona intermareică, zona cu ierburi mlăș-

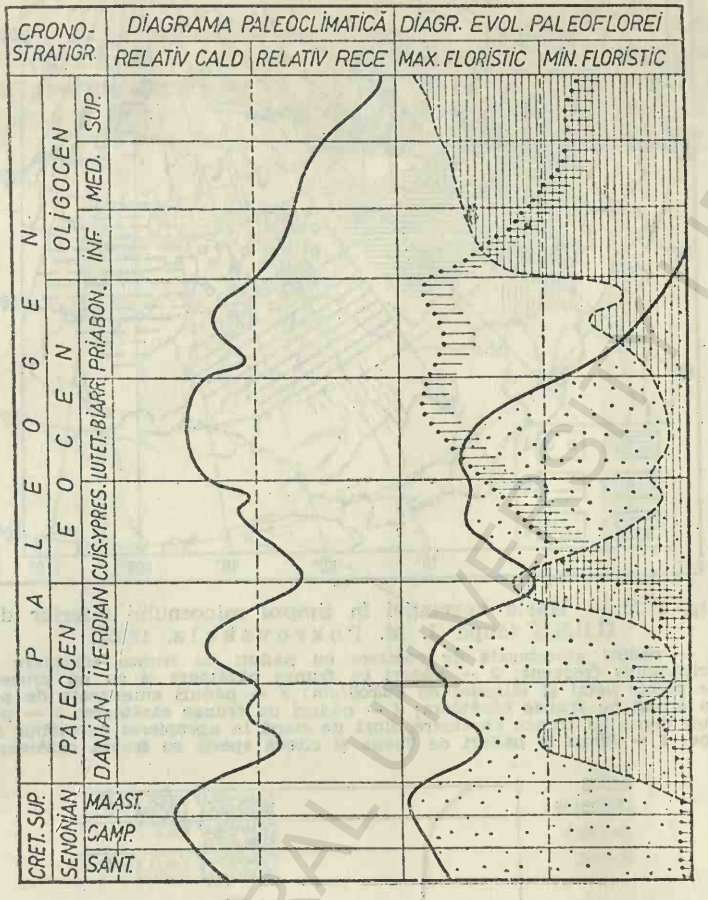


Fig. D.26 — Paleoclima stabilită pe baza palinomorfelor întîlnite în flișul cretacic superior-oligocen din Carpații Orientali (sectorul Bistrița-Trotuș) (după L. Olaru, 1978).

tinoase limnotelmatice (sursa cărbunilor din plante ierboase) și zona marină deschisă cu aport detritic din interior.

În Depresiunea Panonică, urmărirea asociațiilor palinologice indică o serie de fluctuații climatice în: zona palinologică M 1 b (burdigalian-helveţian), în care vegetația de tip tropical-subtropical este înlocuită treptat printr-o vegetație temperat-umedă, constituind aproape 60% din totalul de poleno-spori (fig. D.27.); în zona M 1 c (helveţian superior), care conține elemente de climă caldă predominant xerofitică; în zonele M 2 a—M 3 și M 4 (tortonian-meoțian), unde se constată prezența dominantă a elementelor de climă temperată cu tendință progresivă de răcire.

Trecînd în revistă caracterele principale ale florelor din terțiarul românesc, R. Givulescu (1978) prezintă următoarele aspecte climatice: a) intervalul eocen superior-eggerian se înscrie într-un climat tropical cu perioade uscate (fig. D.29.); b) în enggerburgian climatul era

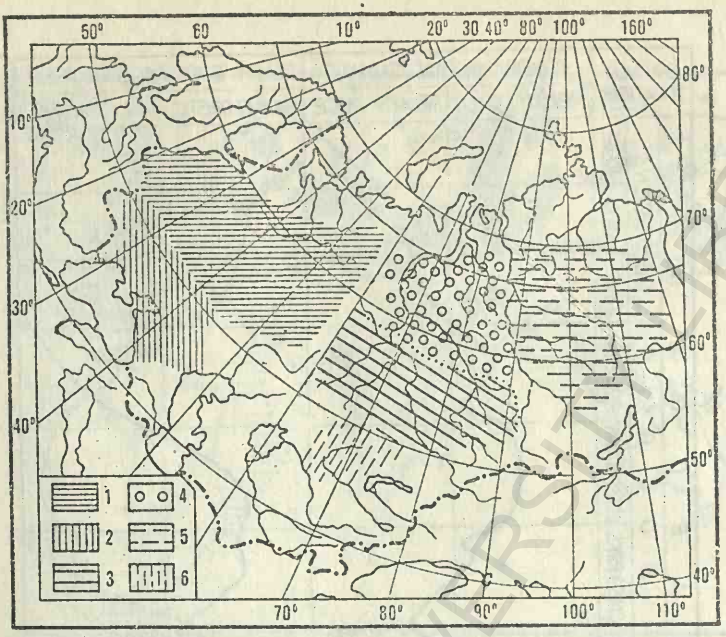


Fig. D.28 — Harta vegetației în timpul miocenului inferior din U.R.S.S. (după J. M. Pokrovskaia, 1955):

1 — păduri amestecate de conifere cu păduri cu frunze căzătoare și *Sciadopitys* frecvent; *2* — păduri cu frunze căzătoare și cu un procent de plante verzi și mlaștini cu *Taxodium*; *3* — păduri amestecate de pin cu arbori cu frunze căzătoare; *4* — păduri cu frunze căzătoare; *5* — păduri dense cu frunze căzătoare, floră de stepă în apropierea cursurilor de ape; *6* — *Pinus* și păduri de *Tsuga* și cîteva specii cu frunze căzătoare.

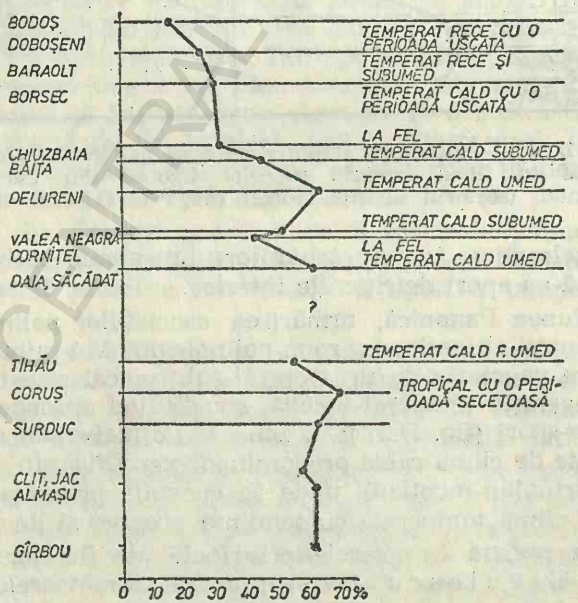


Fig. D.29 — Graficul procentual al frunzelor întregi în florele din intervalul eocen superior-pleistocen inferior și climatele corespunzătoare (după R. Givulescu, 1978).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cald, temperat, cu precipitații abundente; c) în sarmațian, clima era caldă și temperat umedă; d) în pannonian-romanian climatul corespundea unei faze cald temperate cu regim de precipitații variabile (flora de la Delureni, Chiuzbaia și Borsec cu tendințe uscate) și în pleistocenul inferior se remarcă prezența climatului rece temperat cu oarecare umiditate în flora de la Baraolt, cu perioade uscate în florele de la Doboșeni și Bodoș.

Pentru intervalul eocen-pleistocen succesiunea paleobiocenozelor și paleoclimatelor din Transilvania este realizată de R. Givulescu (1980) (tab. D.I.).

Toate aceste fluctuații sînt reflectate foarte bine de asociațiile de spori-polen întîlnite în formațiunile terțiare din România.

4. PALINOLOGIA ȘI DERIVA CONTINENTELOR

Separarea provinciilor paleofitogeografice și reconstituirea ariilor continentale corespunzătoare permit palinologiei să abordeze, prin date proprii, și procesul de derivă a continentelor.

Dealtfel, nu este lipsit de importanță faptul că încă A. Wegener, cînd și-a fundamentat teoria derivei în anul 1912, își alesese printre argumentele de susținere și dovezi de natură paleobotanică.

Observațiile, probele geologice și paleontologice care susțin teoria derivei au precedat confirmările și probele fizice, căci trebuia găsită o ipoteză care să răspundă repartițiilor pluricontinentale ale florelor și faunelor. Teoria punților continentale explica mai ales repartiția faunelor care traversau continentele în poziție fixă. Această idee este în prezent abandonată, cu toate că există unele posibilități limitate de traversare, de ex. strîmtori și punți în mările puțin adînci sau intercontinentale. Pe de altă parte, constatarea deplasării zonelor climatice în timp geologic a condus la ipoteza migrării polilor. Dealtfel, amploarea migrației polilor propusă nu este conformă cu datele de fizica globului. În acest caz trebuie să admitem o migrare a continentelor. Există la ora actuală deja multe date certe că un continent unic a funcționat la sfîrșitul paleozoicului și la începutul mezozoicului. Pentru unii autori acest continent ar reprezenta un vechi nucleu al crustei terestre rămas aproape intact (C. Sittler, 1974). Pentru alți autori, din contră, această Pangee era rezultatul coalescenței continentelor izolate, care ulterior au migrat în timpul paleozoicului. Se presupune existența unui prim supercontinent în eocambrian, numit Pangea I (— 600 MA). Coborînd pe scara geologică a timpului se pune problema unei derive continentale în precambrian, dată fiind durata extrem de lungă a acestui interval de timp. Datele de radiocronologie izotopică și de paleomagnetism indică pentru intervalul dintre 1 000 și 2 000 MA deplasări independente pentru principalele continente studiate, de ex. scutul Nord-american și al Africii de sud. Astfel, deriva continentelor apare ca un fenomen permanent în istoria geologică a pămîntului. În figura D.30. este prezentată schematic evoluția evenimentelor geologice din timpul fanerozoicului (timpurile fosilifere). Fracturarea continentului Pangea I nu a determinat o derivă largă, ci deschiderea incipientă a unor oceane, locul unor viitoare catene orogene (oceanul proto-atlantic datează

Succesiunea paleobiocenozelor şi a paleoclimatelor în terţiarul din Transilvania (după R. Givulescu, 1980)

Epoci şi etaje — subetaje		Paleobiocenoze		Paleoclimate
1		2		3
PLEISTOCEN INFERIOR		Păduri mixte de tip temperat, bogate în esenţe lemnoase, cu dispariţia progresivă a elementului fitogeografic nord-est american şi sino-japonez		Temperat, în curs de răcire progresivă, cu oscilaţii termice puternice şi umiditate variabilă
PLIOCEN	„LEVANTIN" INFERIOR	Păduri calde temperate, bogate în esenţe lemnoase, din regiuni colinare cu diverse altitudini şi expuneri	Borsec	Temperat-cald, cu precipitaţii mai mult sau mai puţin abundente, uneori cu umiditate pronunţată la Delureni sau cu perioade de uscăciune la Chiuzbaia
	PANNONIAN S.L.	Păduri mixte mesofitice, bogate în esenţe lemnoase, din regiuni colinare cu diverse altitudini şi expuneri	Chizubaia: primele *Quercus* de tip *roburoides* Sinersig, Sărmăşag; vegetaţie de mlaştină cu *Alnus*, *Glyptostrobus* şi *Buettneriophyllum* Delureni cu multe influenţe miocenice: Leguminosae, Lauraceae Corniţel, Valea de Criş	
MIOCEN	SARMAŢIAN	Păduri mixte mesofitice, mai mult sau mai puţin bogate în esenţe, cu tendinţe xerofitice (*Zizyphus*, *Tetraclinis*) şi topoclimat de aridizare orografică		Cald-temperat, cu precipitaţii mai mult sau mai puţin abundente, mai ales iarna

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1		2		3
MIOCEN	BADENIAN KARPATIAN OTTNANGIAN			
	EGGENBURGIAN	Păduri mezofitice cu Juglandaceae, Ulmaceae, Betulaceae, Fagaceae	Tihău	Cald-temperat, cu precipitații abundente vara
	EGERIAN	Păduri subtropicale cu Lauraceae, palmieri și tipuri cu frunze căzătoare: *Ulmus, Juglans, Liquidambar;* vegetație mlăștinoasă cu *Myrica, Nyssa, Spirematospermum*	Coruș	Climat sud-est asiatic cu precipitații regulate și maxime vara
		Păduri cu Lauraceae și Fagaceae exotice, însă cu *Carpinus, Ulmus, Fagus, Carya, Salix* și xerofite, ultimele tipuri de *Dryophyllum*	Surduc	Climat sud-est asiatic cu alternanțe sezoniere bine marcate
OLIGOCEN		Păduri subtropicale cu Lauraceae, *Calamus, Lygodium,* cu secvențe mlăștinoase cu *Glyptostrobus, Taxodium* și *Sequoia;* primele specii de *Lygodium, Platanus*	Valea Jiului	Subtropical
		Păduri cu *Castanopsis furcinervis, Rhamnaceae* și *Lauraceae*	Jac	Subtropical de tip sud japonez și de tip sud-estic chinez
		Păduri cu Castanopsis furcinervis, Sequoioxylon gypsaceum, Quercoxylon sp., Acer tricuspidatum	Cliț	
		Păduri bogate în *Castanopsis, Dryophyllum, Quercus-Lithocarpus* de tip mixt-mezofitic din areale cu altitudini joase	Almaș	

1		2		3
EOCEN		Biocenoze bogate în elemente xerofitice, elemente mezofitice și cîteva tipuri de mangrove; primele tipuri de *Dryophyllum*	Gîrbău	Tropical la subtropical, de tip sud-est asiatic, musonic, cu o perioadă de uscăciune evidentă și cu precipitații maxime vara

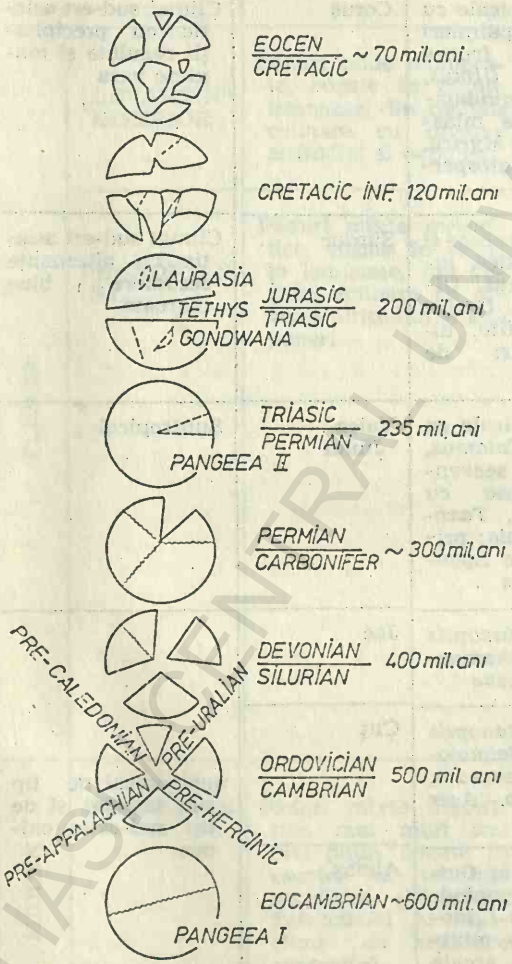


Fig. D.30 — Diferite etape ale derivei continentelor în timp geologic.

din paleozoicul inferior). Continentele se vor reuni progresiv într-o Pangea II în timpul permo-triasicului, nefuncționînd mult timp, marea invadîndu-l la intervale neregulate. Apariția unui ocean (Tethys) va determina separarea sa în două blocuri, Laurasia la nord și Gondwana la sud, care persistă și nu se fragmentează progresiv decît la sfîrșitul jurasicului. Astfel, Laurasia era un continent cu altitudini reduse, în mare parte acoperit de mări cu contururi variabile. La începutul cretacicului, oceanele Atlantic de nord și de sud încep să se deschidă, dar fără să se producă separarea definitivă a Africii de America de Sud, lucru care va avea loc în cretacicul superior, respectiv în turonian. Expansiunea atlantică nu se face simțită decît începînd din senonian (T a r l i n g, 1973). În paleocen Australia se desparte de Antarctica.

Pentru a sesiza vechile mișcări ale derivei continentelor există două metode care nu fac apel la studiul fundurilor oceanice: *reconstituirile paleoclimatice*, care permit situarea zonelor climatice în timp, prin definirea polilor și a ecuatorului și

reconstituirile arealelor de vegetație, actualmente pluricontinentale. Dacă deducțiile paleoclimatice nu furnizează uneori decît rezultate punctuale în timp și spațiu, repartiția unui gen sau a unei asociații floristice acoperă un domeniu mai vast și ne face să admitem existența unor vechi căi de comunicație sau coalescența ariilor continentale actual disociate. Dacă argumentele de ordin floristic confirmă deriva continentelor pînă acum numai pe resturi de macrofloră (frunze, semințe) s-au încercat noi argumente microfloristice, în special spori-polen, acritarchi, mult mai răspîndite în formațiunile geologice. O argumentare precisă asupra închiderii Mării Mediterane în pleistocen a fost admisă prin studiul sedimentării polinice din apropierea crestei (ridului) mediteraneene, la contactul cu placa egeană și africană (R o s s i g n o l - S t r i c k, 1974).

Prin îmbogățirea metodologiilor analizei polinice aplicate în demonstrarea derivei continentelor s-au constatat:

— evoluția paralelă sau fenomenul de convergență a caracterelor polinice poate fi un obstacol în reconstituirea și distribuția florelor fosile;

— relația evidentă ce există între asociațiile de spori întîlnite în sedimentele continentale sau marine și florele continentale reconstituite;

— gradul de asemănare a asociațiilor polinice și principiul aplicării coeficientului Simpson și Jaccard în măsurarea distanței dintre asociații pe baza unor considerații critice.

În anul 1973 a avut loc la Strasbourg (Franța) un simpozion internațional intitulat „Palinologia și deriva continentelor"[1]. Cîteva concluzii preluate din lucrările acestei reuniuni le redăm mai jos.

Datele palinologice existente susțin (M. S t r e e l, 1974) similitudinea asociațiilor de spori din Europa, Africa de nord și America de nord pentru devonianul terminal. Așadar, Oceanul Proto-Atlantic era cvasiînchis la sfîrșitul devonianului (contrar altor păreri).

Permanența legăturii dintre America de sud și Africa și deschiderea Oceanului Atlantic au constituit subiectul unor ample discuții în cadrul simpozionului.

Începutul acestei separări s-ar fi petrecut la începutul cretacicului, după unele asociații de acritarchi și polen (J a r d i n é - B i e n s - D o e r e n k a m, 1974).

Cu toate acestea, alți autori susțin cel puțin apropierea acestor continente în prima parte a cretacicului și vorbesc de o derivă post-cenomaniană (cf. G. Herngreen, l.c.). Jardiné-Kieser-Reyre se referă la evoluția marelui continent sudic Gondwana, de-a lungul mezozoicului. Autorii menționați au arătat că:

— în cretacicul inferior exista o microfloră foarte omogenă pentru America de Sud și Africa (fig. D.31). Această microfloră avea să se individualizeze pregnant, în raport cu cea existentă la latitudini nordice (în Eurasia), îndeosebi în apțian-cenomanian (fig. D.32);

[1] *Palynologie et dérive des continents (problèmes posés par les aires pluricontinentales)*, Symposium, Strasbourg, 24—25 oct. 1973, Sci-, Géol. Bull., 27, 1—2, 1974.

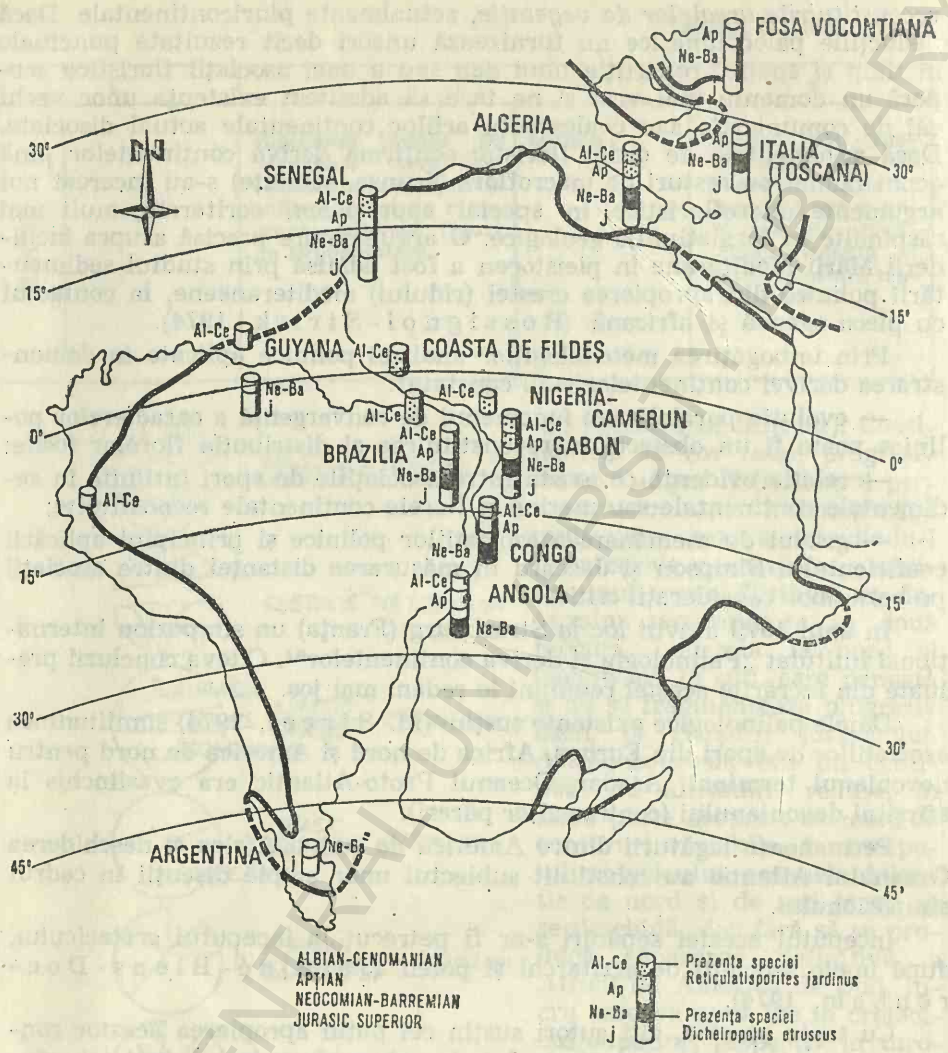


Fig. D.31 — Distribuția speciilor *Dicheiropollis etruscus* și *Reticulatisporites jardinus* în cretacicul inferior și superior din Europa, Africa și America de Sud (după Jardine, Kieser și Reyre, 1974).

— în post-cenomanian (mult timp după debutul driftului subatlantic) se constată persistența unui fond microfloristic comun pentru Africa și America de Sud, ceea ce s-ar datora faptului că cele două suprafețe continentale erau separate printr-o regiune oceanică puțin profundă, probabil presărată cu zone insulare;

— pentru cretacicul superior se constată un decalaj notabil între taxonii celor două continente, ceea ce se interpretează ca o îndepărtare areală notabilă a celor două suprafețe de uscat luate în discuție.

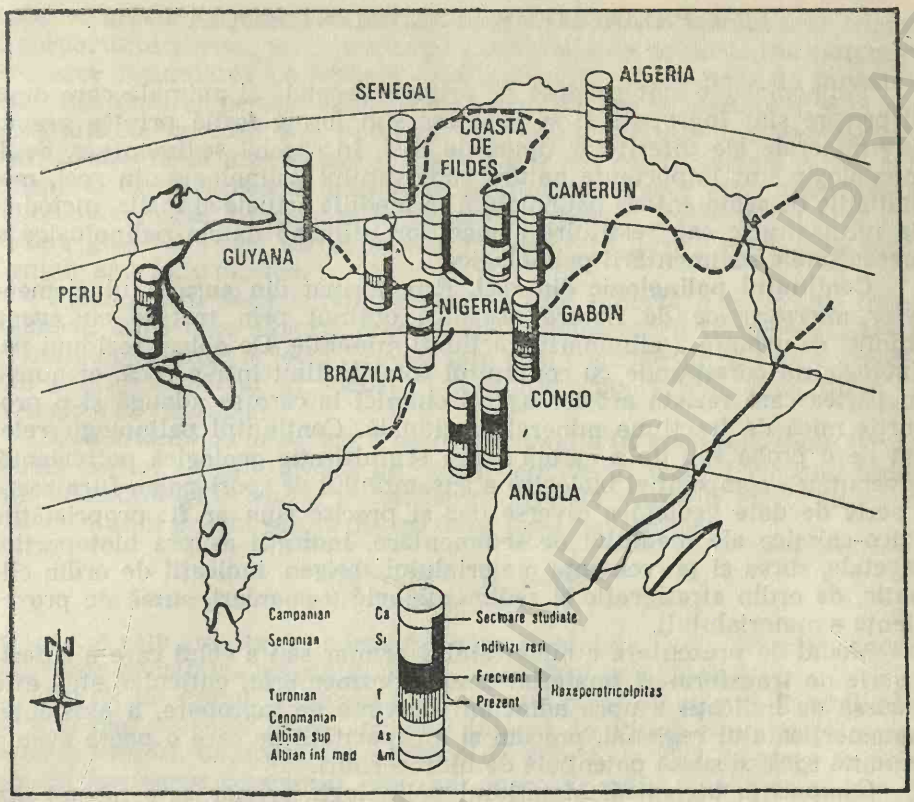


Fig. D.32 — Distribuția genului *Hexaporotricolpites* în cretacicul inferior și superior din Africa și America de Sud.

Pentru limita cretacic-terțiar, palinologii aduc probe privind deriva septentrională a Africii australe și izolarea sa (pe de o parte) și relațiile de vecinătate sau de coalescență ale Americii de Sud, Antarcticii, Australiei, Noii Zeelande și poate Indiei (pe de altă parte). De aceea, geoflora antarctică terțiară este absentă în Africa de sud. Cele arătate sînt susținute atît de asociațiile fosile (Doubinger), cît și de cele ce vizează morfologia comparată a polenului actual de umbelifere (după C e r c e a u - L a r r i v a l) sau *Anemone* australiene (Huynh). Astfel, M. T. C e r ç e - a u - L a r r i v a l studiind tipurile palinologice ale umbeliferelor australe ajunge la concluzia că umbeliferele primitive au apărut la limita cretacic-eocen pe un continent antarctic cuprinzînd Australia-Noua Zeelandă-America de Sud. Inexistența în Africa de Sud a unor tipuri polinice echivalente este un argument în favoarea separării blocului african de acest bloc austral, înainte de apariția amintitei flore.

Datele palinologice aduse în cadrul Simpozionului au furnizat numeroase probe de detaliu în avansarea unei cunoașteri globale a realităților micro-floristice existente de-a lungul perioadelor geologice. Ele au permis abordarea problemei reconstituirii moderne a derivei dintr-un unghi mai puțin cunoscut — acela al palinologiei.

Palinomorfele sînt produse de origine vegetală și animală care după dispersare sînt îngropate și se regăsesc sub formă fosilă printre granulele minerale ale diferitelor tipuri de roci, în special sedimentare. Sedimentologic sînt importante natura conținutului palinologic din roci, modalitățile de sedimentare palinologică în mediile actuale și fosile, metodele de reconstituire sau restituire a mediilor utilizînd datele palinologice și mecanismele sedimentării palinologice.

Conținutul palinologic din roci. Este format din ansamblul elementelor microscopice de natură organică obținut prin tratare cu agenți chimici ca urmare a eliminării fracțiunii minerale. De obicei reziduul palinologic nu corespunde cu conținutul total întîlnit într-o rocă, ci numai cu partea care rezistă acestor agenți chimici la care se adaugă și o proporție mică de fracțiune minerală reziduală. Conținutul palinologic relevat de o probă sau de o carotă are o semnificație geologică polivalentă. Diversitatea compoziției biologice a ansamblului de spori-polen furnizează o serie de date geologice diverse dar și precise cum ar fi: proprietățile fizico-chimice ale mediului de sedimentare, indicații asupra biotopurilor vegetale, sursa și proveniența materialului terigen, indicații de ordin climatic, de ordin stratigrafic și sedimentologic (remanieri, sursă de proveniență a materialului).

Modul de prezentare a materialului primar sau a celui care a suferit o serie de transformări (material amorf, dezmembrat, cuticular etc.) este o sursă de indicații asupra adîncimii maxime de îngropare, a existenței metamorfismului regional, precum și a capacității pe care o poate avea o anumită rocă ca sursă potențială de hidrocarburi.

Compoziția biologică. Materialul palinologic primar este format din elemente de *origine continentală* (cuticule, tije, spori-polen, fragmente de vase, rășini, alge planctonice de apă dulce de tip *Botryococcus*) și elemente de *origine marină* (microplancton, dinoficee, acritarchi, bentos, bacterii, alge, chitinozoare).

Materialul care a suferit unele modificări de ordin diagenetic este constituit din materie organică amorfă care provine din distrugerea parțială în timpul sedimentării sau din acumularea substanțelor protoplasmatice de origine vegetală sau animală.

Producerea și dispersarea polenosporilor în mediile actuale. Sporii sînt generați de plante pentru a cădea pe sol și a dezvolta o nouă plantă sau protalul microscopic. Aceste particule organice suferă o îngropare pe loc, uneori fiind distruse de bacterii. Multe din aceste „granule organice" sînt transportate de rețeaua superficială și de cursurile de apă, drenate în etape diferite, atingînd aria de sedimentare finală unde se produce îngroparea și fosilizarea. Alteori sporii sînt transportați prin vînt sau anemofil pînă la locul de fosilizare, fără să intervină factorul hidrodinamic.

Dispersarea naturală a polenului. Dacă sporii au rolul de a genera protalul, polenul este destinat să atingă ovulul plasat în floare și să-l fertilizeze. Fecundarea poate avea loc prin trei căi de transport și anume: prin insecte, care zboară din floare în floare, *entomogamie,* prin simpla cădere verticală (polenul mai greu cade direct pe ovul) și prin vînt sau *anemofil (anemogam).* Acest din urmă caz este foarte larg răspîndit și

acoperă areale cu preerii și păduri. Aceste plante au polenul ușor adaptat transportului aerian, au o producție în granule de polen foarte puternică, deoarece fecundarea pe această cale implică un grad mare de probabilitate. Răspîndirea pe cale anemofilă a polenului are consecințe directe și în posibilitățile de fosilizare polinică. Asociațiile polinice transportate prin vînt formează la ora actuală o mare parte din *aeroplancton*. Ariile continentale cît și arealele marine pericontinentale sînt locul sedimentării *aeroplanctonului*, ca urmare a depunerii acestor „granule" prin simplă cădere gravitațională, aterizînd sau amerizînd în lacuri, rîuri, zone continentale sau zone marine.

Polenosporii sedimentați pe această cale suportă o coroziune fizico-chimică, după care suportă mecanismele sedimentării în general. Aceste granule pot ajunge la locul de fosilizare prin transportul pe cale anemofilă sau prin transportul în suspensii acvatice; uneori cele două tipuri de transport se suprapun.

Modalitățile de depunere a aeroplanctonului în mediile actuale. Transportul aerian al unui granul de polen depinde în primul rînd de condițiile meteorologice (forța, permanența, direcția vîntului etc.). Viteza de cădere a unui granul se calculează după legea lui Stokes:

$$V_k = \frac{2}{g} \cdot \frac{g}{n} \cdot r^2 \, (s—d),$$

în care: g este gravitatea, n este rezistența aerului, d este densitatea aerului, s este densitatea polenului și r — diametrul polenului.

Cu cît un granul de polen are raza mai mare (r) cu atît flotabilitatea sa este mai scăzută. Astfel, polenul bisacat de *Pinus silvestris* este mai puțin anemofil, deoarece are o viteză de cădere de 2,93, în timp ce polenul de *Juniperus communis* este mai anemofil avînd viteza de cădere de 0,89. Această lege teoretică explică cum specii de polen produse în același loc au o răspîndire mai largă și altele o răspîndire mai limitată.

„Ploaia" polinică din interiorul pădurilor. Acest fenomen este foarte răspîndit în Europa de nord, Asia și Canada. „Ploaia" polinică se studiază plasînd în diferite puncte (geografice) recipienți cilindrici de 5—10 cm în diametru, care au pe fund glicerină. Din rezultatele obținute pînă acum în funcție de perioada de expunere se constată că polenul cu densitate egală de tip *Betula, Alnus, Quercus* predomină comparativ cu polenul ceva mai greu de *Tilia* și *Fraxinus*, de exemplu. Diferențele constatate sînt datorate gradului diferit de productivitate al diferitelor genuri și specii.

S-a observat că puterea de dispersie nu este aceeași pentru diferitele tipuri de polen, ea fiind influențată de distanța sau locul unde s-a produs specia și depunerea pe cale aeroplanctonică a acestuia în arealele înconjurătoare (fig. D.33).

Sedimentarea aeroplanctonică în arealele continentale. Sedimentarea de acest tip a fost urmărită în pădurile din Siberia și Canada. În regiunea canadiană s-a măsurat căderea în aeroplancton la nord de arealul pădurii de conifere și de mesteacăn (*Betula*). S-a constatat că la liziera pădurii cantitatea de polen este foarte mare. Această cantitate descrește de zece ori la o distanță de 150—200 km de pădure, de 100 de ori la o distanță de 800 km și de 1 000 de ori la o distanță de peste 1 600 km de pădure (fig. D.34).

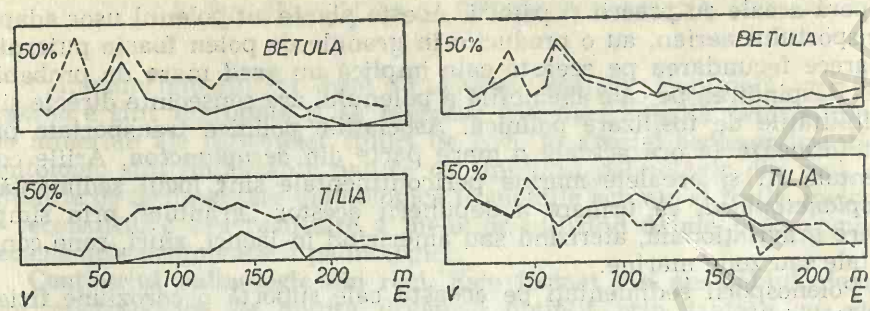


Fig. D.33 — Sedimentarea aeroplanctonică măsurată în pădurea de la Dravest din Danemarca (linia continuă indică procentajele brute de polen ce corespund genului *Betula* şi *Tilia;* linia întreruptă reprezintă procentajul corectat în funcţie de productivitatea fiecărui gen) (după S. T. Andersen, 1968).

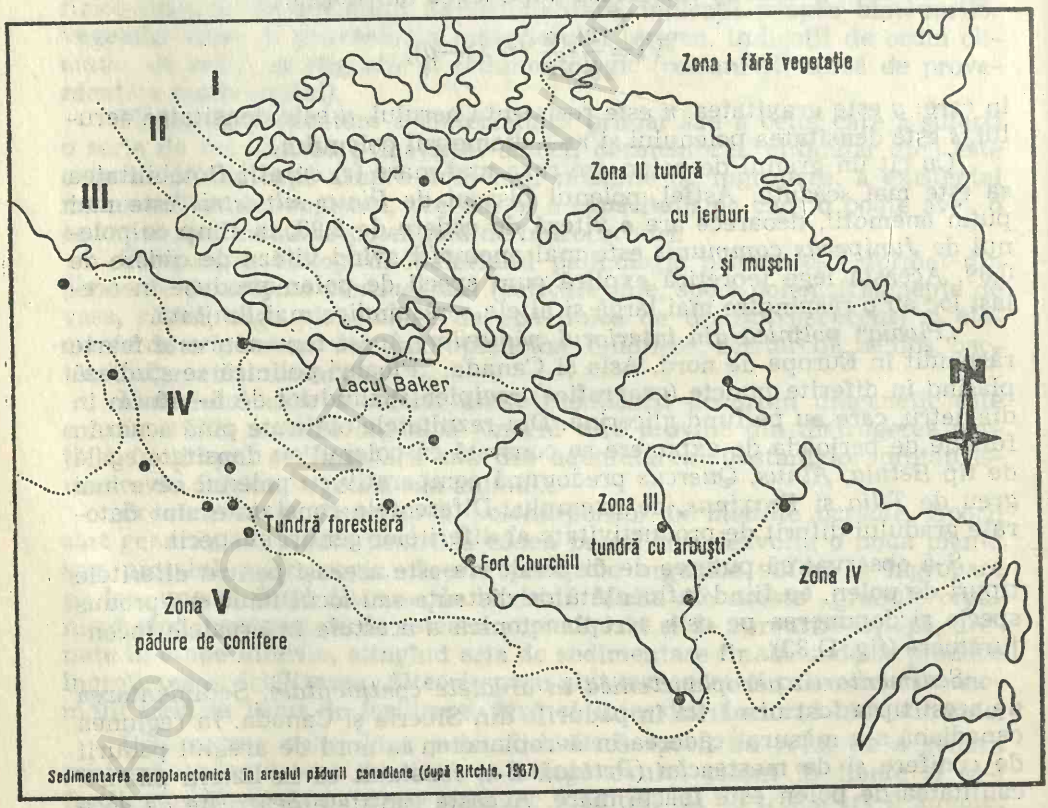


Fig. D.34 — Sedimentarea aeroplanctonică măsurată în arealul pădurii canadiene (puncte negre — locul de măsurare a sedimentării) descreşte exponenţial în funcţie de distanţă; este de o mie de ori mai slabă în zona I decît la liziera zonei a V-a (după Ritchie et al., 1967).

Sedimentarea aeroplanctonică în arealele marine. Fracțiunea aeroplanctonică ce se depune în arealele marine provine din apropierea ariilor continentale, fiind variabilă în funcție de poziția geografică. Global se evaluează că aproape 90% din depunerile aeroplanctonice provin din apropierea coastei și de regulă nu depășesc 100 km în larg. Peste această distanță mările nu primesc decît rar polen transportat anemofil.

Modalitățile de dispersare și de sedimentare în cazul polenului sînt extrem de diverse și complexe; de multe ori aceste procese sînt deformate dacă ținem cont de producția reală în spori-polen a unui areal acoperit de vegetație. Prin spectrele polinice nu reușim să reconstituim sociologia asociațiilor producătoare ci să ne facem o idee asupra acestora.

Importanța transportului fluviatil. Studiile efectuate privind transportul fluviatil al spori-polenului, precum și al materiilor organice demonstrează că acest transport palinologic este considerabil. Pe lîngă o mare cantitate de resturi vegetale și materii organice amorfe, rețeaua fluviatilă a unui bazin continental drenează în cvasi-totalitate sporii și polenul prin afluenții respectivi, adică direct, cît și prin depunerile aeroplanctonice din arealele continentale. Transportul fluviatil a fost studiat în marile bazine, cum ar fi Nilul și Delaware.

În bazinul Nilului s-a constatat că în delta fluviului se întîlnește pe lîngă microflora locală (*Cyperus, Tamarix, Acacia*) și o cantitate de microfloră alohtonă, în special spori de *Dryopteris, Adiantum,* polen de *Podocarpus,* genuri care trăiesc în regiunile ecuatoriale ale Africii centrale. Se poate spune că un fluviu mare drenează hinterlandul pe distanțe foarte mari, acolo unde condițiile de climă, altitudine și vegetație sînt cu totul altele față de zona unde sînt depuse sedimentele terigene. Uneori se constată în aceleași sedimente spectre polinice amestecate din provincii floristice diferite. Microflora deltei Nilului ajunge în bazinul Mării Mediterane.

Bazinul fluviului Delaware prezintă o serie de trăsături sedimentologice distincte. Aici, se constată o relație pozitivă între cantitatea de materie minerală în suspensie și cantitatea de polen existentă în sedimente. Transportul și depunerea granulelor minerale și organice se face după aceleași legi (granulometrie, densitate).

În concluzie, precizăm că aportul palinologic în sedimentele deltaice, lagunare sau marine este din punct de vedere cantitativ foarte important. Acest material palinologic poate fi reluat de curenții marini și depus în zonele de coastă, neritice și chiar batiale. Ansamblul de polen anemofil este selectiv, în timp ce transportul acvatic nu este selectiv, conținînd în mare ansamblul microflorei. Apa este singurul agent de transport pentru sporii cu exina groasă; aportul palinologic fluviatil redă ansamblul vegetal al bazinului continental drenat, în așa fel încît asociațiile fitosociologice naturale nu se regăsesc în aceste spectre.

Variații palinologice în sedimentele actuale și fosile. Sedimentarea în mediile actuale. *Sedimentarea continentală.* Cu excepția depozitelor de turbă și a sedimentelor deltaice actuale puține studii palinologice privind sedimentarea continentală au fost realizate pînă în prezent.

Sedimentele lacustre conțin multă materie organică, iar spectrele înregistrează aproape fidel fluctuațiile mediului vegetal din imediata apropiere sau din arealul drenat.

Sedimentarea marină carbonatată. Platforma carbonatată din regiunea Bahama constituie un model sedimentologic interesant din punct de vedere palinologic. Această regiune este formată din numeroase insule, înconjurate de zone oceanice cu adîncimi destul de mari.

În această regiune se constată o sedimentare predominant calcaroasă, la adîncimi între 0 și 10 m și de la 10 pînă la 15 m la nivelul recifilor, ajungînd să coboare pînă la 200 m. În zona centrală a platformei există și o arie continentală, reprezentată prin insula Andros care este sursa materialului terigen, iar în jurul bancului Bahama se formează nisipurile peletoidale, mîlurile, nisipurile scheletice și, local, structurile recifale (patch-reef sau coral-knolls) (fig. D.35).

Analizele palinologice cantitative din acest areal au scos în evidență următoarele:

Polenul de *Pinus* este repartizat în funcție de direcția dominantă a vîntului. Se constată o zonă locală cu o foarte puternică concentrare cu peste 1 000 de granule de pin per gram corespunzătoare sedimentării materialului terigen din jurul insulei Andros (fig. D.36).

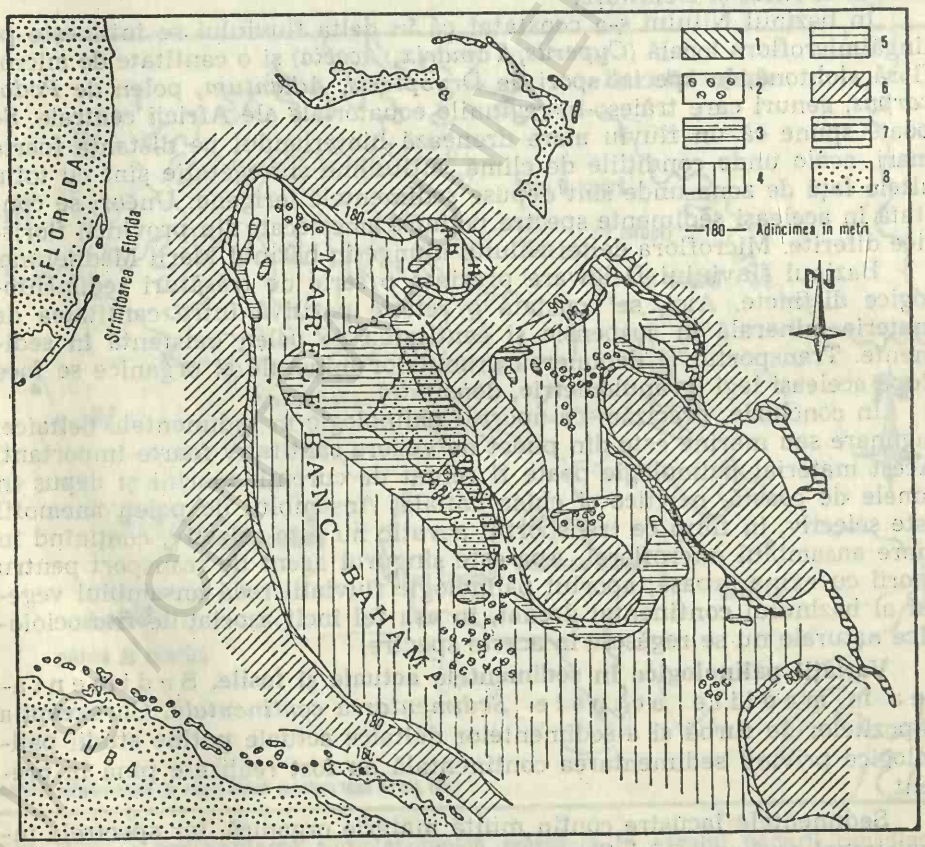


Fig. D.35 — Distribuția sedimentelor pe platforma Bahama (după A. Traverse și R. N. Ginsburg, 1967).

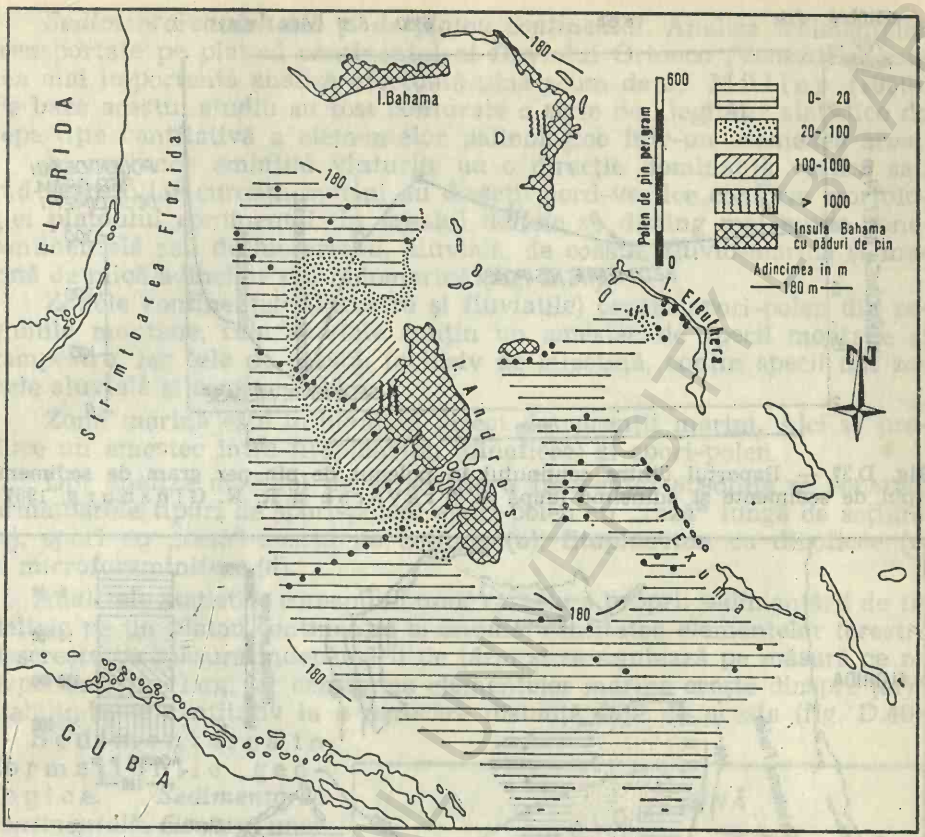


Fig. D.36 — Distribuția polenului de pin (*Pinus*) per gram de sediment (după A. Traverse și R. N. Ginsburg, 1967).

Aceste valori încep să scadă treptat în arealul bancului Bahama, unde ating concentrații între 100 pînă la 1 000 granule per gram, iar spre larg concentrații între 20 pînă la 100 granule și ulterior între 0 și 20 de granule.

În regiunea insulei Eleuthera, insulă lipsită de vegetație, se constată în partea de vest a bazinului o cantitate destul de ridicată de polen în sedimentele cu fracțiune fină, carbonatate și mult mai scăzută în fracțiunile mai mari, nisipoase (fig. D.37).

Dinoficeele apar abundent în ape puțin adînci cu dispoziție regulată a concentrațiilor la suprafața bancului. În apropierea insulei Andros, concentrațiile ating 50—150 indivizi per gram, iar în larg ajung la peste 500 de indivizi per gram (fig. D.38). Acest grup palinologic este specific mediului marin de mică adîncime.

Materia organică amorfă care rezistă la acțiunea HCl (compușii celulozici, microorganisme) este prezentă pe toată aria de sedimentare, iar concentrațiile cele mai mari se înregistrează în zonele de coastă (insule), unde sedimentarea în polen este importantă datorită aportului continental.

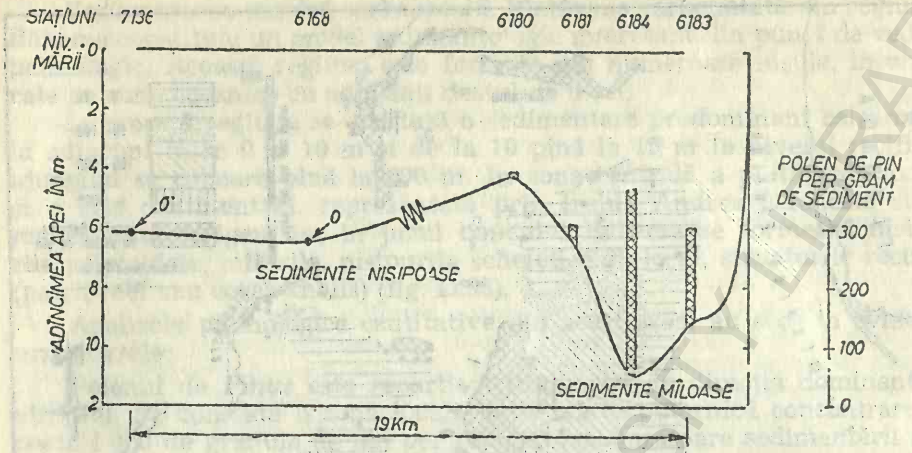


Fig. D.37 — Raportul dintre conținutul în polenul de pin per gram de sediment, tipul de sedimente și adîncime (după A. Traverse și R. N. Ginsburg, 1967).

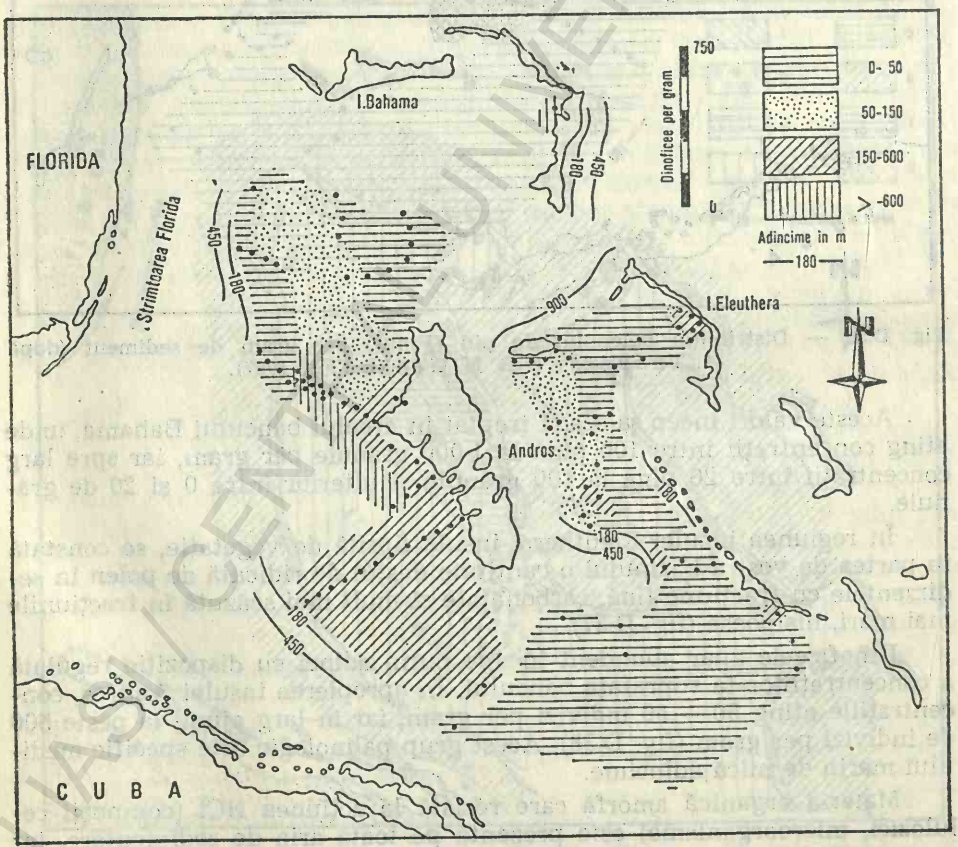


Fig. D.38 — Distribuția dinoficeelor (Hystrichosferide) per gram de sediment (după A. Traverse și R. N. Ginsburg, 1967).

Sedimentarea deltaică și de platou continental. Analiza sedimentelor transportate pe platoul continental al fluviului Orinoco (Venezuela) este cea mai importantă analiză efectuată pînă acum de J. Müller (1959). Pe baza acestui studiu au fost conturate o serie de „legități" statistice de repartiție cantitativă a elementelor palinologice într-un asemenea areal.

În regiunea amintită vînturile au o direcție dominantă vestică sau sud-vestică, iar curenții marini au direcții nord-vestice conform morfologiei platoului continental. În arealul deltaic se disting mai multe zone: continentală sau de hinterland, aluvială, de coastă, fluvio-marină și marină de mică adîncime sau holomarină (fig. D.39).

Zonele continentale (lacustre și fluviatile) conțin spori-polen din regiunile montane, cele aluviale conțin un amestec de specii montane și campestre, iar cele de coastă, inclusiv de mlaștină, conțin specii din zonele aluvială și continentală.

Zona marină este influențată direct de curenții marini. Aici se produce un amestec între fitoplancton (dinoficee) și spori-polen.

Din analiza modului de repartiție a frecvenței absolute se constată următoarele tipuri de spori-polen: spori-polen cu „rază" lungă de acțiune (a), spori cu „rază" scurtă de acțiune (b), fitoplancton cu dinoficee (c) și microforaminifere (d).

Analizele statistice corespund unor caractere proprii sedimentării de tip deltaic pe un platou continental și anume: cantitatea elementelor terestre descrește pe măsura îndepărtării de țărm și se anulează pe măsură ce ne deplasăm spre larg, iar cantitatea elementelor marine crește dinspre țărm stabilindu-se cantitativ la o oarecare distanță față de acesta (fig. D.40).

Sedimentarea în formațiunile geologice. *Sedimentarea continentală.* Contrar unor idei foarte răspîndite formațiunile continentale nu sînt prea bogate în polen. Această bogăție variază în funcție de tipul de sedimente, de granulometrie, locul depunerii și climatul respectiv. În general s-a constatat că sedimentele *fluviatile* și *paleosolurile* sînt puțin fosilifere din cauza granulometriei destul de grosiere. *Cărbunii* ca și intercalațiile *argilo-grezoase* sînt depozite bogate în spori-polen. Sînt și cazuri cînd aceste depozite sînt lipsite de spori-polen. *Gresiile continentale*, unele bogate în plante fosile aproape în totalitate,

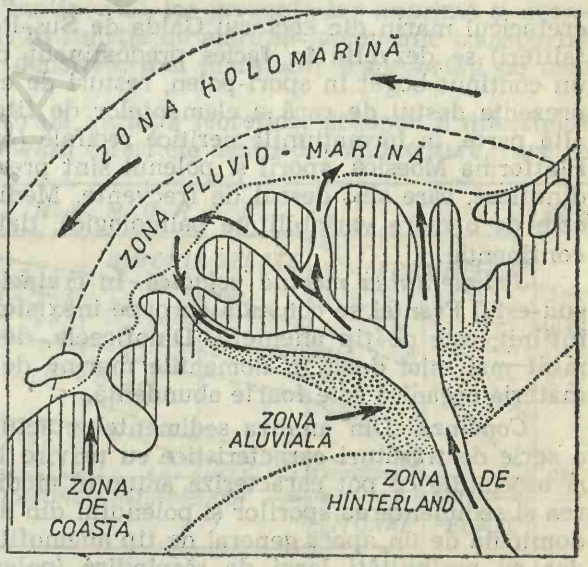


Fig. D.39 — Cadrul geografic al sedimentării deltaice pe platoul continental de vărsare a fluviului Orinoco (după T. Van Andel, H. Postuma, D. Nota, B. Koldewjin, J. Müller, 1960).

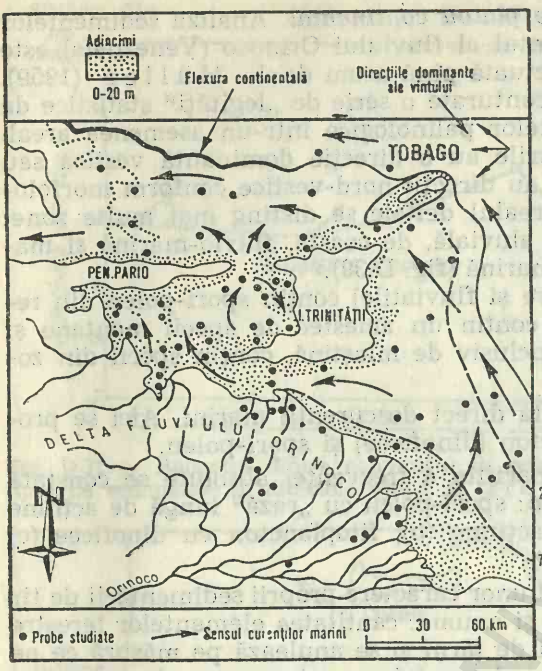


Fig. D.40 — Dispoziția zonelor de sedimentare într-un areal deltaic.

nu conțin spori-polen (numai cele cu granulație foarte fină pot avea uneori și spori-polen). Sedimentele *lacustre*, *diatomitele*, *tufurile vulcanice* pot conține frecvent polen anemofil în cantități restrînse.

Sedimentele continentale cu spori-polen sînt cele care corespund unor medii de depunere acvatice, cu sedimente și granulație fină din lacuri sau bazine paralice.

Sedimentarea laguno-salmastră. Acest tip de sedimentare a fost puțin studiat. O singură regiune a fost studiată în detaliu — plio-pleistocenul din zona golfului Mexic, unde prezența sporipolenului este în cantități medii și cu elemente tipice mediului salmastru, în special dinoficee.

Sedimentarea marină de mică adîncime. De exemplu, cretacicul marin din sectorul Galda de Sus-Poiana Aiudului (Munții Metaliferi) se dezvoltă în facies predominant detritic (argile și gresii) cu un conținut bogat în spori-polen, resturi de cuticule care contrastează cu prezența destul de rară a elementelor de fitoplancton (dinoficee). Pe de altă parte, în formațiunile neritice recifale (sedimentare carbonatată) din Platforma Moesică, sporii și polenul sînt prezențe destul de rare față de dinoficee, care sînt destul de frecvente. Mediul marin de mică adîncime este de o mare variabilitate palinologică, datorită aportului de material continental.

Sedimentarea marină pelagică. În cretacicul superior cu amoniți din sud-estul Franței se constată aproape inexistența sporilor, iar polenul, rar întîlnit, este de tip anemofil. Dinoficeele, de asemenea, sînt în cantități mult mai mici decît în domeniile marine de mică adîncime. În schimb, materia organică este foarte abundentă.

Concluzii. Din analiza sedimentelor actuale și fosile se pot contura o serie de trăsături caracteristice cu privire la sedimentarea palinologică și asociațiile ce pot caracteriza anumite medii de sedimentare. Dispersarea și sedimentarea sporilor și polenului din arealele pericontinentale este dominată de un aport general de tip anemofil cu densitate mică și medie, dar cu posibilități largi de răspîndire (polenospori cu rază de acțiune mare), de un aport local care se suprapune uneori aportului anemofil, în care elementele au o densitate mai mare, fiind polenospori cu rază de acțiune scurtă deci cu areal de răspîndire restrîns.

În sedimentarea de tip deltaic, unde trecerea de la domeniul continental la domeniul marin se face progresiv, elementele palinologice se dispun sub forma a trei zone: zona „terestră", zona mixtă și zona marină. Aceste zone corespund valorilor maxime, medii și minime ale raportului cantitativ dintre: elementele terestre cu rază scurtă de acțiune / elementele terestre cu rază lungă de acțiune și valorile minime, medii și maxime ale raportului cantitativ dintre: elementele marine (dinoficee, foraminifere) / elemente terestre (polen și spori).

Elemente cantitative (frecvența absolută și frecvența relativă). Au un rol primordial în reconstituirile paleogeografice. O serie de elemente esențiale caracterizează mediile de depunere din punct de vedere palinologic. Astfel:

— *depozitele continentale* au conținutul palinologic foarte variabil. Se constată că în sedimentele detritice expuse subaerian reziduul palinologic are un conținut foarte slab; în ligniți, argile și gresii, reziduul este destul de bogat în spori și polen, iar în depozitele deltaice continentale reziduul este bogat în spori cu diametrul mare și în polen cu densitate mai ridicată;

— *depozitele lagunare* prezintă două categorii de reziduuri palinologice și anume: în depozite deltaice lagunare reziduul este foarte bogat și conține mai ales dinoficee, iar în depozitele lagunare cu sedimentare predominant chimică, evaporitică și dolomitică reziduul este în general mai sărac în palinomorfe;

— *depozitele marine* sînt caracterizate prin prezența planctonului vegetal și al foraminiferelor, la care se adaugă și materia organică amorfă, spori-polenul și resturile de lemne. Abundența acestor trei elemente reflectă importanța aportului continental, iar prezența lor imprimă și agentul de transport determinant în funcție de mărime (polen mic transportat anemofil; sporii mari și cu densitate mai mare sînt transportați pe cale acvatică).

În figura D.41 este ilustrată variația teoretică, gradată, a diferitelor grupe palinologice ce traversează diferitele medii de sedimentare, care se

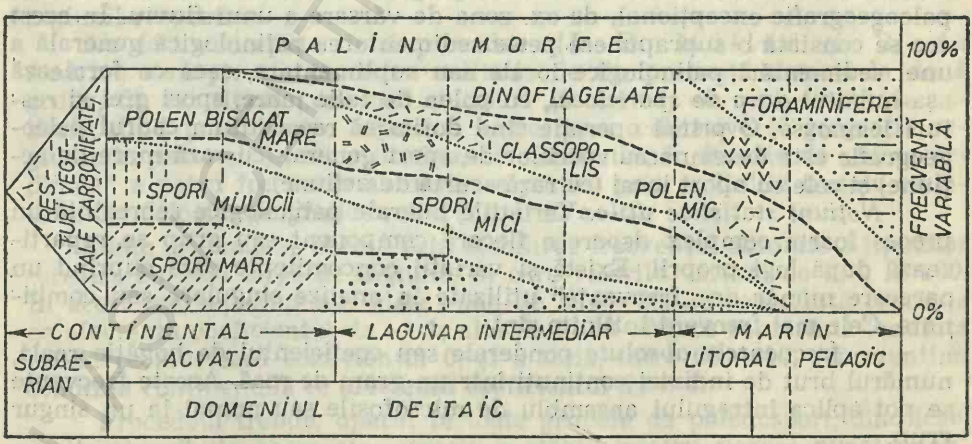


Fig. D.41 — Repartiția cantitativă (teoretică) a palinomorfelor în funcție de mediile de sedimentare, în cadrul unei treceri progresive de la domeniul continental la domeniul marin-pelagic.

succed progresiv pe o platformă de sedimentare pericontinentală. Totuşi în sedimentele actuale sau fosile nu vom întîlni decît rareori toţi termenii de trecere, iar elementele extreme, adică continental-aeriene, se vor combina frecvent cu cele marine tipice.

Reconstituirea mediilor de sedimentare. Configuraţia aproximativă a ţărmului şi a mediilor de sedimentare ale unei regiuni dintr-o epocă dată se poate preciza şi cu ajutorul datelor palinologice, atît prin analize de ordin calitativ, cît şi cantitativ.

Analizele cantitative. După stabilirea asociaţiilor calitative întîlnite într-un anumit punct din cadrul unei formaţiuni se poate stabili cadrul probabil de provenienţă. Dacă în reziduu sînt în special spori şi resturi lemnoase rezultă că „locul" de provenienţă era continental, dacă sînt numai dinoficee „locul" era marin. În general, într-o formaţiune sau o serie de formaţiuni sincrone există o reţea de puncte care conţin în procente diferite toate elementele dispuse variabil într-un cadru paleogeografic regional.

Metoda se rezumă la două operaţii şi anume: distingerea „elementelor sau „grupelor" palinologice semnificative şi studierea variaţiilor laterale cu ajutorul noţiunii de statistică expresivă.

Desemnarea grupelor semnificative. În primul rînd este necesară separarea grupelor morfologice (sau a ansamblurilor taxonomice diverse), unde frecvenţa pe o suprafaţă sincronă variază lateral, regulat, mai intens sau mai slab. În cazul trecerilor laterale de la faciesurile continentale la faciesurile marine observăm frecvent variaţii laterale cantitative după prezenţa dominantă a dinoficeelor faţă de spori-polen şi invers. În cadrul aceluiaşi ansamblu se găsesc grupe de spectre de spori şi polen cu repartiţii total diferite. Unele specii se întîlnesc în toate punctele suprafeţei (spori uşori, polen cu posibilităţi mari de răspîndire) la care variaţiile cantitative pot fi nule sau slabe, ceea ce demonstrează prezenţa unui aport continental generalizat pe toată suprafaţa studiată. Toate aceste elemente constituie *grupul de aport general.* Alte specii se concentrează în una sau mai multe zone în cadrul arealului. Această concentrare reflectă un caracter paleogeografic excepţional, de ex. zona de vărsare a unui fluviu. În acest caz se constată o suprapunere peste sedimentarea palinologică generală a unei sedimentări palinologice locale sau suplimentare, ceea ce formează aşa-numitul *grup de spori local,* cu polen de talie mare, spori grei şi resturi lemnoase. O primă operaţie cînd dorim să reconstituim cadrul paleogeografic este desemnarea speciilor de aport general (cu rază mare de acţiune) şi cele cu aport local (cu rază scurtă de acţiune).

Noţiuni statistice utile. Variaţiile laterale palinologice reprezintă un proces foarte complex deoarece fiecare component sau grup se repartizează după legi proprii. Există şi variaţii concomitente care cuprind un oarecare număr de „frecvenţe" utilizate în analize singulare sau combinate. Cele mai frecvent întîlnite sînt:

— *frecvenţele absolute* ponderale sau coeficientul de bogăţie reală, numărul brut de indivizi conţinuţi într-un gram de rocă. Aceste frecvenţe se pot aplica întregului ansamblu de microfosile sau numai la un singur grup.

— *frecvenţele relative, globale,* care cuprind numărul brut al indivizilor dintr-un grup raportat la totalitatea microfosilelor în procente.

Exemple:

$$\frac{\text{număr de polen (specii)}}{\text{totalitatea indivizilor}} \text{ sau } \frac{\text{număr de polen bisacat}}{\text{totalitatea indivizilor}}$$

— *frecvențele relative selective*, care se obțin prin raportul dintre indivizii unui grup, ai unui subgrup sau ai unei specii și indivizii altor grupe sau subgrupe sau specii.

Exemple:

$$\frac{\text{număr de spori grei}}{\text{totalitatea grupelor}} \text{ sau } \frac{\text{număr de indivizi grei}}{\text{număr de indivizi din subgrupe}}$$

Se mai utilizează:

— *greutatea de dispersie* în cadrul reziduului palinologic (numărul de indivizi numărați pe 2 lame sau preparate), variațiile de frecvență a greutății absolute pe asociații de microfosile sau pentru un singur grup;

— *gradul de concentrare calitativă*, în care este important numărul de specii diferite din reziduul palinologic.

Reconstituiri paleogeografice. Nu există o metodă tip pentru a fi aplicată în orice situație. Fiecare încercare de reconstituire reprezintă un exercițiu în care intuiția palinologului este esențială. Pentru a realiza o reconstituire sînt necesare operațiile: de numărare a indivizilor, cercetarea grupelor semnificative și alegerea frecvențelor expresive prin reprezentările grafice caracteristice. Numărarea indivizilor se referă la grupe, subgrupe sau specii. Această operație se face prin numărarea a minimum 100 de indivizi. Reprezentarea grafică poate fi foarte variată și cuprinde trecerea pe hartă a suprafețelor sau a formațiunilor analizate, cifrele cu diferitele frecvențe „testate" și cercetate, modul de dispunere liniară, concentrică sau laterală pentru a trasa izoliniile individuale sau combinate.

O regiune cercetată palinologic a fost *delta fluviului Orinoco* și *platoul continental*. Utilizînd datele palinologice brute este posibilă reconstituirea în mare a ansamblului geografic fără să fi văzut în prealabil harta regiunii respective.

Au fost concepute două procedee (J. B. Müller și B. de Jekhowsky): un procedeu calitativ de tip prezență-absență la două grupe, de ex. tipuri „marine" și tipuri „terestre", cu rază scurtă de acțiune, dînd posibilitatea separării a trei zone calitative și geografia regiunii în parte și un alt procedeu, cel cantitativ, în funcție de „suma ordinală" a patru frecvențe absolute ce permit prin izoliniile trasate stabilirea morfologiei geografice reale (fig. D.42 a—b).

Suma ordinală se obține prin stabilirea frecvenței absolute a tipurilor terestre cu rază largă de acțiune, în care valorile variază de la 0 la 100. În acest caz separăm trei clase: una de la 0—20, ce reprezintă tendința ce afectează coeficientul de — 1, alta de la 20—60, ce reprezintă tendința mixtă ce afectează coeficientul 0, și a treia, între 60—100, reprezentînd tendința continentală ce afectează coeficientul de +1.

Procedeul trebuie operat la toate grupele de polenospori, dinoficee, acritarchi, chitinozoare etc., pentru a stabili pentru fiecare punct analizat media coeficienților de corespondență. Curbele de egală valoare vor contura cu aproximație paleogeografia arealului.

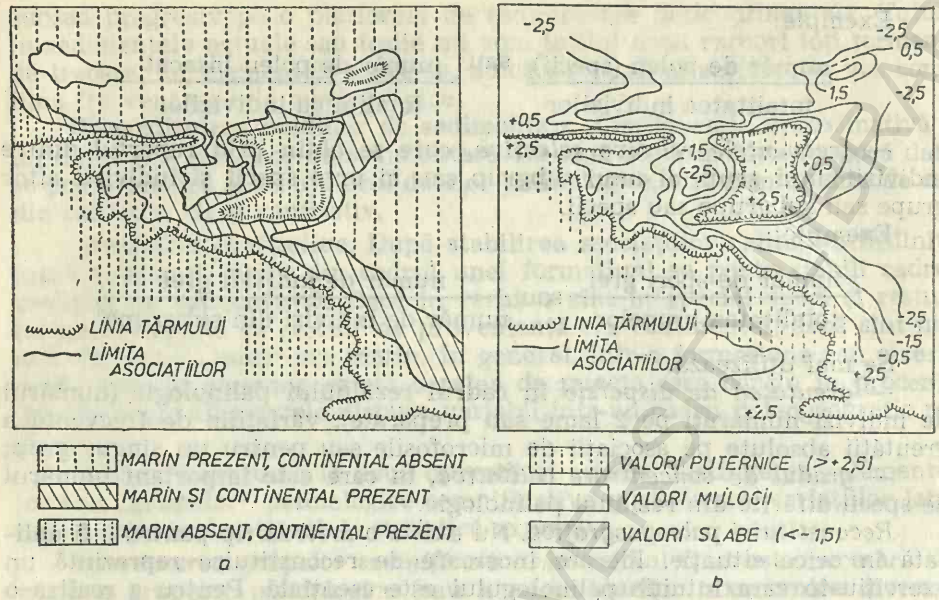


Fig. D.42 — Repartiția statistică a polinomorfelor pe platoul continental de vărsare a fluviului Orinoco (Venezuela) (după B. de Jekhowsky, 1963):
a — asociații calitative marine și continentale cu rază scurtă de acțiune; *b* — suma ordinală a patru fracțiuni absolute.

Un asemenea exemplu îl constituie *platforma sahariană* în intervalul callovian- kimmeridgian (Y. Reyre, 1973).

În acest caz este vorba de o formațiune groasă pe zeci de metri, pentru care este esențială reconstituirea paleogeografiei „medii" în timpul depunerii. Această interpretare a avut la bază carotele extrase din 17 foraje.

Rezultatele au fost inserate în reprezentări grafice prin ideograme simbolice. Pentru a obține această reconstituire au fost necesare operațiile: de *alegere a grupelor semnificative* (dinoficee, foraminifere, pentru mediile marine sau laguno-salmastre); alegerea spori-polenului pentru faciesurile continentale și sporii cu exina groasă mai grei pentru faciesurile variate continentale; *prezentarea datelor statistice* prin criteriul prezență-absență și frecvențele relative pentru primele două grupe (foraminifere-dinoficee) și frecvențele absolute pentru spori-polen și frecvențele relative pentru sporii mai grei. Alegerea grupelor și a frecvențelor rezultă din analiza cadrului regional de *reprezentare simbolică și interpretare*, în care pe harta geologică cu poziția celor 16 foraje analizate se indică prin simboluri diferite tipurile de probe analizate (fig. D.43) și anume: *pătrate*, în care probele conțin foraminifere în cantități mici; *triunghiuri*, în care cîteva probe conțin foraminifere, iar altele acritarchi; *cercuri*, în care probele nu conțin nici un element marin; *puncte*, în care probele sînt fără elemente marine și cu o slabă participare în microfloră terestră.

Se constată că dispoziția grupelor analizate urmărește o serie de zone concentrice. Această dispoziție coroborată cu analizele cantitative scot în evidență unele trăsături caracteristice, cum ar fi:

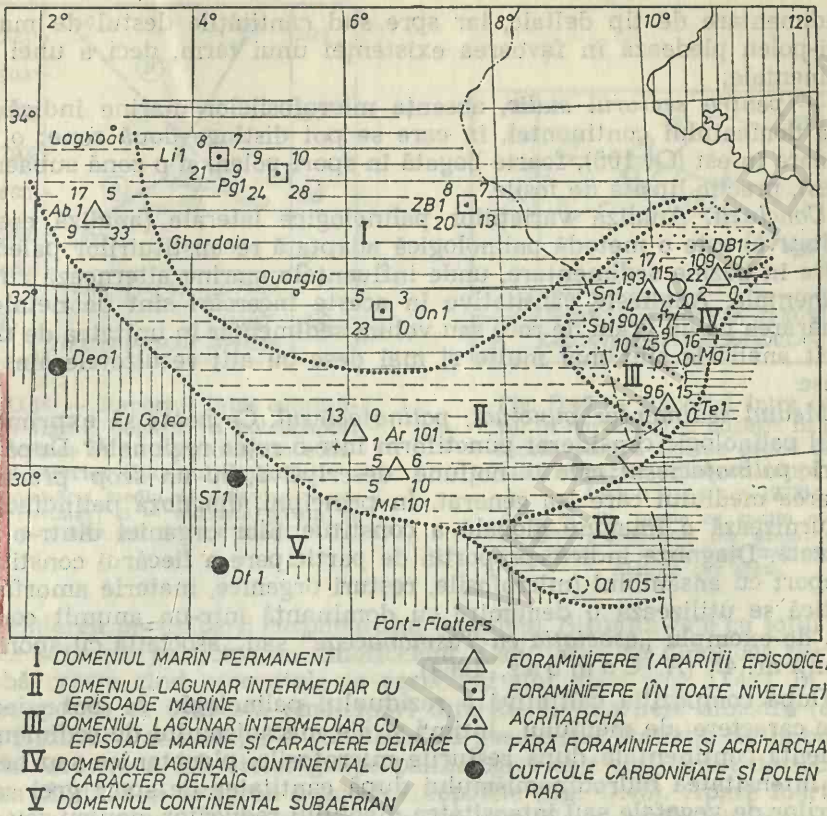


Fig. D.43 — Reconstituire paleogeografică a platformei sahariene în intervalul callovian-oxfordian-kimmeridgian după datele palinologice (după J. J. Chateneauf şi Ÿ. Reyre, 1974):

I — domeniul marin permanent; *II* — domeniul lagunar intermediar cu episoade marine; *III* — domeniul lagunar intermediar cu episoade marine şi cu caractere deltaice; *IV* — domeniul lagunar-continental cu caractere deltaice; *V* — domeniul continental subaerian.

— *pentru partea nordică şi centrală a Saharei,* frecvenţa relativă a foraminiferelor este destul de ridicată (peste 20), ceea ce indică aici un domeniu marin permanent; frecvenţa relativă a dinoficeelor şi acritarchilor este destul de ridicată şi uneori depăşeşte frecvenţa foraminiferelor (Pg 1); frecvenţa absolută a sporilor şi polenului nu este nulă în arealul marin, dar este aproape aceeaşi (ZB 1); sporii mai grei sînt prezenţi dar în procente scăzute;

— *pentru sectorul median,* frecvenţa medie a foraminiferelor este totdeauna inferioară de 10 sau cu alte cuvinte slabă; frecvenţa relativă în dinoficee este în ansamblu mai slabă decît în cadrul domeniului marin (NW, Ab_1), cu excepţia sectorului unde ating un maxim de 33; este posibil ca această regiune să fie fost un mediu lagunar cu episoade marine; frecvenţa absolută a spori-polenului destul de ridicată în extremitatea sudică, tunisiană, este consecinţa unui aport local destul de important; frecvenţa relativă în spori grei confirmă acest caracter lăsînd să se întrevadă

o sedimentare de tip deltaic, iar spre sud cantităţile destul de mari în spori-polen pledează în favoarea existenţei unui ţărm, deci a unei zone continentale;

— *pentru sectorul sudic,* absenţa microfosilelor marine indică prezenţa domeniului continental, în care se pot distinge două zone: o zonă lagunară în est (Ot 105), foarte bogată în spori-polen, şi o zonă subaeriană în vest, practic lipsită de fosile.

Concluzii. Analiza variaţiilor palinologice laterale (analiză esenţial cantitativă) este o metodă palinologică adaptată reconstituirilor paleogeografice în bazine sedimentare, unde influenţele marine alternează cu cele continentale. Analizele cantitative în aceste încercări sînt de neînlocuit (numărarea pe un gram de rocă sau volum sedimentar în unitatea de timp). Cu cît analizele sînt mai multe şi mai dese cu atît rezultatele sînt mai precise.

Mediul sedimentar punctual: palinofaciesul. Ce poate să exprime reziduul palinologic considerat punctiform într-o reţea regională? După unii autori *palinofaciesul* este o noţiune descriptivă, cu un scop practic în evocarea mediului care l-a generat. În principiu, diagnoza palinofaciesului furnizează o imagine globală a constituenţilor organici dintr-o rocă analizată. Diagnoza indică proporţia de participare a fiecărui constituent în raport cu ansamblul (microfosile, resturi organice, materie amorfă). În practică se utilizează o denumire cu dominanţă într-un anumit component, de exemplu *„asociaţia cu Tasmanaceae“* sau „asociaţia cu spori dominanţi nr. 4“ (A. Combaz, 1964).

După compoziţia calitativă a reziduului palinologic se pot deduce multe caractere ale mediului „intim“ şi ale mecanismului de sedimentare (influenţa continentală după resturile microfosile, planctonice sau bentonice, intensitatea hidrodinamismului după cantitatea de spori grei sau a resturilor de vegetale sau intensitatea mediului reducător, neutru sau oxidant al sedimentelor). Palinofaciesul permite aflarea de caractere ale istoriei postsedimentare, în special ale gradului de „coacere“ termică a sedimentelor prin îngropare la mare adîncime, tectonic sau prin metamorfismul regional, reflectat de gradul de diageneză a diverselor elemente organice, gradul de opacitate a spori-polenului. Interpretarea mediului sedimentar punctual pornind de la palinofacies trebuie confruntată cu rezultatele obţinute în sedimentologie şi geochimie.

Mecanismele de palinosedimentare. Mecanismele acestea sînt legate prin două tipuri de relaţii statistice şi anume: unele care determină cantitatea elementelor palinologice în funcţie de constituenţii petrografici şi altele privind cantitatea diferitelor elemente palinologice între ele.

Relaţii între conţinutul palinologic şi compoziţia petrologică. După conţinutul sau cantitatea în lignit s-au stabilit, pentru depozitele cărbunoase din eocenul inferior, relaţiile statistice observate între bogăţia în polenospori (A) pe de o parte şi în dinoficee pe de altă parte, pe 40 probe (fig. D.44). Se constată că cu cît cantitatea de lignit este mai mare (peste 10%) numărul de spori-polen pe gram de rocă creşte, ajungînd la 10 000 exemplare. Cînd această cantitate lipseşte numărul dinoficeelor (depinde de faciesul cărbunos) per gram probă creşte. *După conţinutul în carbonat de calciu* se constată că cu cît acest conţinut este mai ridicat cu atît cantitatea în polenospori este mai mică. Cantitatea în polenospori creşte odată

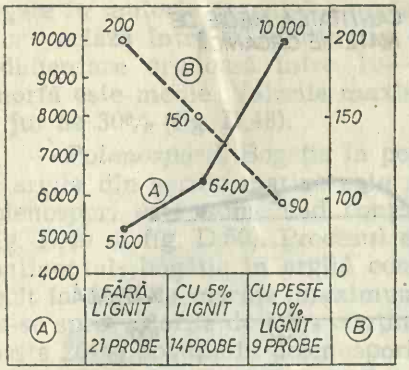


Fig. D.44 — Raportul între conținutul în lignit, bogăția în polenospori și dinoficee în 40 de probe din eocenul inferior (Bazinul Parisului):
A — numărul mediu de polenospori per gram cuttings; *B* — numărul mediu de dinoficee per gram cuttings.

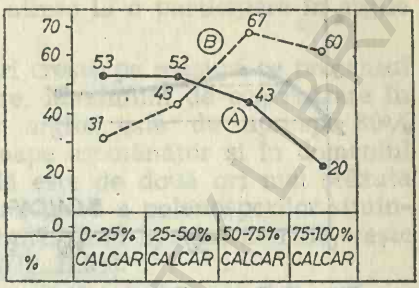


Fig. D.45 — Raportul între conținutul în carbonați și bogăția în palinomorfe pentru 100 de probe din cretacic superior-paleogen (după B. de Jekhowsky, 1973):
A — % din probe ce conțin mai mult de 2 000 polenospori per gram; *B* — % din probe ce conțin mai mult de 20 dinoficee per gram.

cu scăderea participării carbonatului de calciu. Situația este cu totul opusă în ce privește participarea dinoficeelor. Cantitatea de dinoficee per gram probă crește cînd procentele în carbonați sînt mari (fig. D.45). *În argile și evaporite* se constată participări diferite. În marnele albastre (eocene din Bazinul Parisului) s-a constatat că gradientul statistic de îmbogățire și de sărăcire a diferitelor grupe palinologice este influențat de sedimentarea chimică și terigenă a acestor depozite (fig. D.46). Apare foarte clar opoziția ce există între aportul terigen acvatic și sedimentarea chimică autohtonă.

Toate aceste relații scot în evidență caracterele sedimentării palinologice; de ex. mediile carbonatate sînt propice dezvoltării dinoficeelor, iar

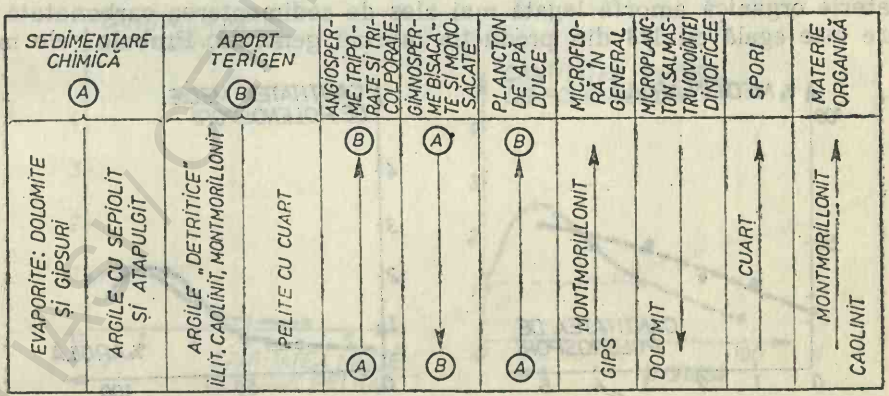


Fig. D.46 — Relații statistice între mineralogia și conținutul palinologic din marnele albăstrui din eocenul bazinului parisian.

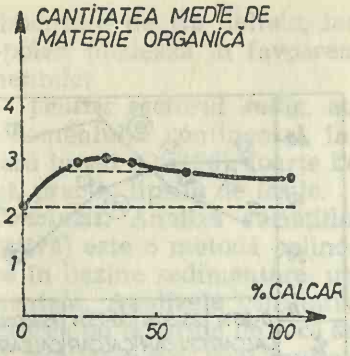


Fig. D.47 — Relaţia dintre conţinutul în calcare şi cantitatea medie de materie organică în procente (după J. Chateneuf şi Y. Reyre, 1974).

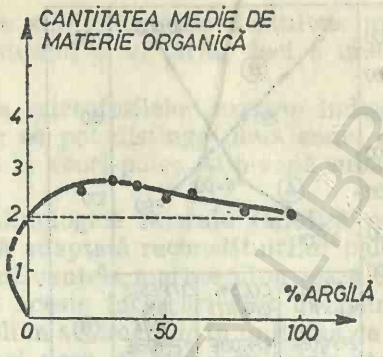


Fig. D.48 — Relaţia dintre conţinutul în argilă şi cantitatea medie de materie organică în procente.

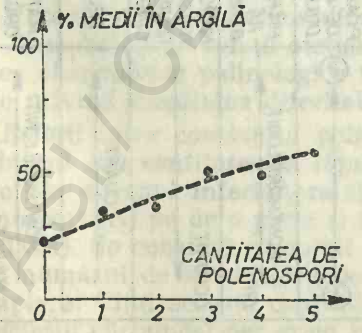
faciesurile dolomitice favorizează dezvoltarea microplanctonului salmastru. Microflora este legată de aportul terigen acvatic, sporii fiind totdeauna însoţiţi de granule de cuarţ fin. Se constată că materia organică amorfă este legată mai ales de prezenţa montmorillonitului şi mai puţin a caolinitului considerat component de orgine terigenă.

Dinamica palinosedimentării pe o platformă pericontinentală. Dinamica sedimentară este de regulă urmărită pe areale mari, acolo unde se constată că influenţele continentale interferează cu cele marine, stabilindu-se legi proprii fiecărui domeniu de sedimentare.

Unele „legi" sau ipoteze rezultă din studiul efectuat de Y. Reyre (1973) pe o mare platformă a mezozoicului saharian.

În urma acestui studiu, Reyre deduce unele legităţi privind relaţiile statistice între elementele palinologice şi componenţii petrografici, pe care le prezentăm în cele ce urmează:

— *Materia organică amorfă.* În mediul marin există o producţie de materie organică amorfă legată mai ales de sedimentarea carbonatată şi care este egală cu 1/3 din producţia marină generală. Probele cele mai



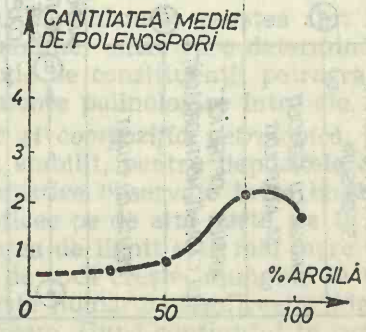


Fig. D.49 şi D.50 — Relaţia dintre conţinutul în argilă şi cantitatea medie de polenospori în procente.

bogate în materie organică amorfă sînt cele în care participarea carbonaţilor variază între 20—50% (fig. D.47). În schimb, în seriile marine cu sedimentare argiloasă între 10—40% cantitatea de materie organică amorfă este medie. Valorile maxime sînt atinse la o participare în argile în jur de 30% (fig. D.48).

— *Polenosporii.* Bogăţia în polenospori creşte pe măsură ce procentul în argile din seriile marine este mai mare. Maximum de concentrare în polenospori este atins cînd conţinutul în argile este de aproape 80% (fig. D.49 şi fig. D.50). Procesul este aproape asemănător şi în domeniul continental: bogăţia în argilă continentală este de două ori mai scăzută decît în argilele marine, maximum de participare a polenosporilor situîndu-se spre valorile de 80% conţinut în argile. Cînd aportul detritic creşte (peste 20%) bogăţia în polenospori scade (fig. D.51).

În domeniile marine, probele analizate, chiar cele mai grezoase, nu conţin mai mult de 50% cuarţ. Cu cît conţinutul în cuarţ este mai mare de 50% cu atît concentraţia în polenospori scade (fig. D.52).

Aceste modalităţi de concentrare se explică prin antrenarea polenosporilor şi a particulelor detritice de curenţi pînă acolo unde sedimentarea grezoasă nu atinge decît 20—30%.

— *Raportul dintre materia organică amorfă şi polenospori.* Cantitatea de polenospori depusă în sedimentele marine nu este în legătură directă cu cantitatea de materie organică amorfă (fig. D.53). Din contră, probele care conţin în medie materie organică mai multă au o cantitate mai mică în spori-polen (fig. D.54). În mediul marin, polenosporii au o repartizare aproape egală în medii ce pot fi producătoare sau receptoare (primitoare) de materie organică amorfă. Mediile bogate în materie organică sînt uneori influenţate şi de sedimentarea detritică, fină, atît de favorabilă concentrării în polenospori.

— *Raportul dintre materia organică amorfă şi microresturile lemnoase.* În reziduul palinologic se observă numeroase resturi vegetale lemnoase (fragmente de vase lemnoase, ţesuturi) de 10 pînă la 150 microni. Statistic s-a constatat că cu cît probele sînt mai bogate în resturi vegetale

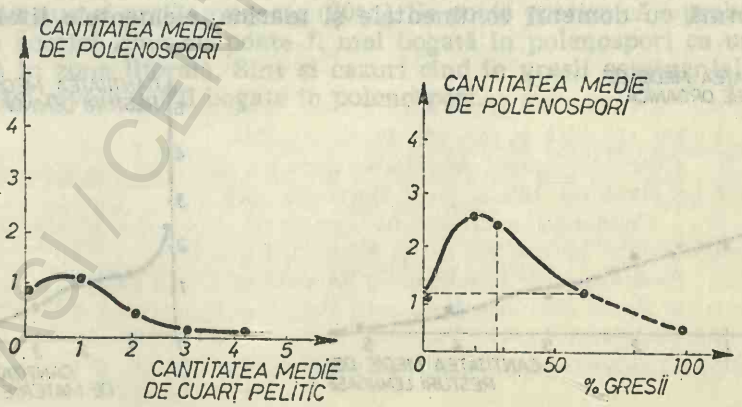


Fig. D.51 şi D.52 — Relaţia dintre conţinutul de material detritic şi cantitatea medie de polenospori în procente.

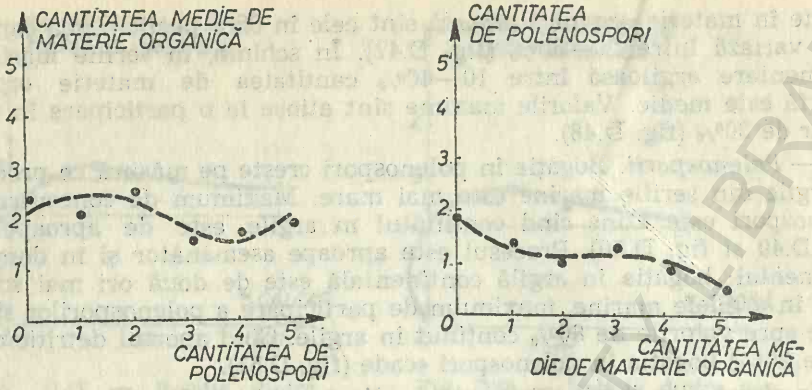


Fig. D.53 și D.54 — Relația dintre cantitatea medie de materie organică și cantitatea medie de polenospori în procente.

lemnoase cu atît aceste probe sînt mai sărace în materie organică amorfă (fig. D.55) și invers (fig. D.56). În mare se observă o repartiție cantitativă aproape paralelă a resturilor vegetale lemnoase cu curba cuarțului pelitic. Din această relație pot fi emise două ipoteze: fracțiunea alohtonă de materie organică amorfă nu a fost depusă în aceeași zonă cu resturile vegetale lemnoase și că aceasta a suferit un transport de la mare distanță; cuarțul pelitic și resturile vegetale lemnoase sînt două elemente de origine sedimentară, repartizate aproape paralel, dat fiind densitatea lor puțin diferită.

O altă explicație ar putea fi dată prin aceea că mediile bogate în materie organică amorfă sînt sărace în resturi lemnoase deoarece acestea au suferit transformări ca urmare a distrugerii structurilor.

Concluzii. Este foarte clar că toate informațiile statistice trebuie să fie plasate într-un cadru sedimentologic general. De asemenea, admitem că cel puțin o parte din aceste date statistice corespund unor sisteme teoretice ideale. Dacă concepem un cadru de sedimentare teoretic ideal, pe o platformă cu domenii continentale și marine, elementele litologice se

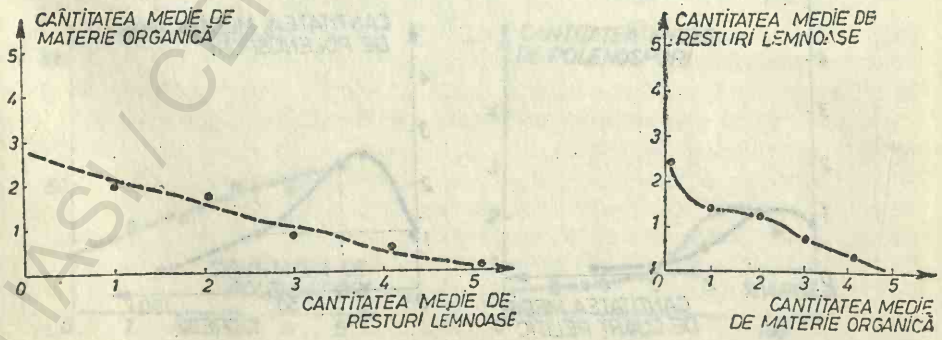


Fig. D.55 și D.56 — Relația dintre cantitatea medie de resturi lemnoase și cantitatea medie de materie organică în procente.

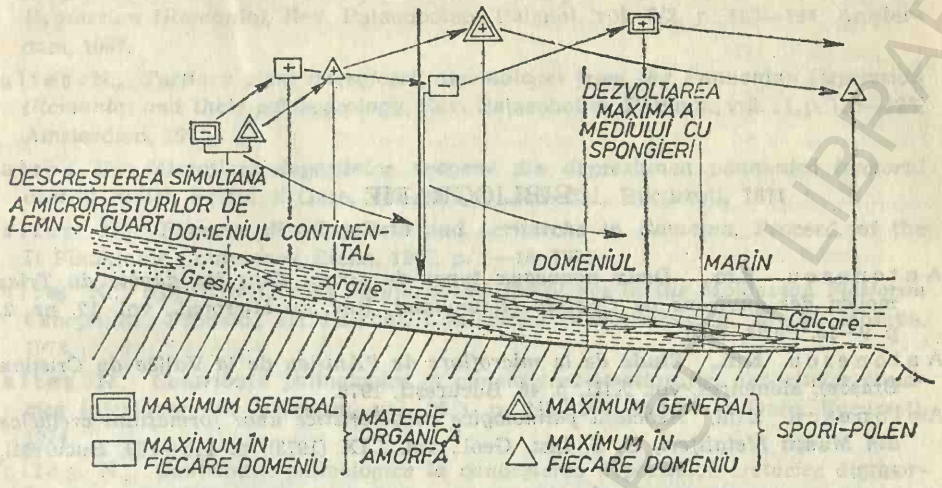


Fig. D.57 — Repartiția statistică a elementelor palinologice pe o platformă de sedimentare pericontinentală (după Y. R e y r e, 1973).

vor depune după cum urmează (fig. D.57): serii unice grezoase și grosiere, serii grezoase fine cu intercalații de argile, serii argiloase cu intercalații frecvente de gresii și apoi intercalații argiloase, mai puține, urmate de marne și serii calcaroase. Limita teoretică a domeniului marin se plasează acolo unde procentul dintre marne și gresii nu depășește 50%.

În domeniul continental se întîlnesc alternanțe complet grezoase sau complet argiloase cu toate situațiile intermediare.

Sedimentarea palinologică pe o platformă pericontinentală reprezintă expresia completă a tendințelor statistice din arealul studiat. Maximum general de bogăție în polenospori nu se situează în principiu în domeniul continental, ci în domeniul marin, mai precis în zona litorală unde sedimentarea a determinat formarea alternanțelor dintre argile (80%) și gresii (20%) sau numai argile grezoase (20%). Se poate preciza că o probă situată în afara acestei zone nu poate fi mai bogată în polenospori ca una ce se plasează în zona litorală. Sînt și cazuri cînd în gresii continentale numai unele mici nivele pot fi bogate în polenospori.

BIBLIOGRAFIE

Antonescu Em., *Deux nouveaux types de spores dans les dépôts du Trias moyen des environs de Cristian (Roumanie)*, Rev. de Micropal., vol. 12, nr. 2, p. 9—15, Paris, 1969.

Antonescu Em., *Étude de la microflore de l'Anisien de la Vallée du Cristian Braşov)*, Memoires, vol. XIII, p. 46, Bucureşti, 1970.

Antonescu Em., *Asociaţii palinologice caracteristice unor formaţiuni cretacice din Munţii Metaliferi*, D. S. Inst. Geol., vol. LIX (1973). p. 115—169, Bucureşti, 1973.

Antonescu Em., Taugourdeau-Lantz J., *Considerations sur des megaspores et microspores du Trias inférieur et moyen de Roumanie*, Palaeontographica, B, 144, Stuttgart, 1973.

Antonescu Em., *Date palinostratigrafice asupra depozitelor cretacice din regiunea Galda de Sus—Poiana Aiudului, Munţii Metaliferi*, D. S. Inst. Geol., vol. LX (1972—1973), p. 25—49, Bucureşti, 1974.

Antonescu Em., Patrulius D., Popescu Ileana, *Corrélation palynologique préliminaire de quelques formations de Roumanie attribuées au Trias inférieur*, D. S. Inst. Geol., vol. LXII (1974—1975), p. 3—30, Bucureşti, 1976.

Antonescu Em., *Trois nouveaux types de spores dans le Trias et le Crétacé de Roumanie*, Rev. de Micropal., vol. 21, nr. 1, p. 3—12, Paris 1978.

Balteş N., *Observaţii palinologice asupra depozitelor mezozoice din Cîmpia Română*, Petrol şi Gaze, vol. 10/3, p. 93—96, Bucureşti, 1959.

Balteş N., *Cercetări palinologice în pliocenul Munteniei de est*, Petrol şi Gaze, vol. 10/3, Bucureşti, 1959.

Balteş N., Beju D., *Contribuţii palinologice la cunoaşterea depozitelor forate în Platforma Moesică*, Congresul al V-lea al Asoc. geol. carpatho-balkan., vol. 3/1, p. 49—63, Bucureşti, 1961.

Balteş N., *Dinoflagelate şi Hystrichosferide cretacice din Platforma Moesică*, Petrol şi Gaze, vol. 14/2, p. 581—589, Bucureşti, 1963.

Balteş N., *Observaţii asupra microflorei cretacice inferioare din zona rîului Bicaz*, Petrol şi Gaze, vol. 16/1, p. 3—17, Bucureşti, 1965.

Balteş N., *Cretaceous microfloristic complexes from the Moesic Platform, Romania*, Pollen et Spores, vol. 8/3, p. 565—571, Paris, 1966.

Balteş N., *Remarques sur la microflore de certains dépôts charbonneux daniens du bassin de Rusca Montană, Roumanie*, Pollen et Spores, vol. 8/1, p. 213—221, Paris, 1966.

Balteş N., *La palynologie roumaine*, Pollen et Spores, vol. 8/1, p. 237—239, Paris, 1966.

Balteş N., *The microflora of the Albian „Green Sands" in the Moesic Platform (Rumania)*, Rev. Palaeobotan. Palynol., vol. 5, p. 183—197, Amsterdam, 1967.

Balteș N., *Microflora from Miocene salt-bearing formations of the Precarpathian Depression (Romania)*, Rev. Palaeobotan. Palynol. vol. 5/2, p. 183—194, Amsterdam, 1967.

Balteș N., *Tertiary plant microfossil assemblages from the Pannonian Depression (Romania) and their palaeoecology*, Rev. Palaeobotan, Palynol., vol. 11, p. 125—128, Amsterdam, 1971.

Balteș N., *Microflora depozitelor neogene din depresiunea pannonică (sectorul central-sudic)*, Petrol și Gaze, vol. 22/9, p. 515—521, București, 1971.

Balteș N., *Pliocene dinoflagellata and acritarcha in Romania*, Proceed. of the II Planktonic Conference, Roma, 1970, p. 1—16, 1971.

Balteș N., *Upper Cretaceous palynological complexes in the Moldavian Platform, Cenophytic*, Proceed., III Palynol. Conference, Novosibirsk, p. 35—38, Moskva, 1973.

Balteș N., *Contribuții palinologice la cunoașterea stratigrafiei depozitelor cretacice inferioare din Dobrogea*, vol. 25/5, p. 243—247, Petrol și Gaze, București, 1974.

Balteș N., *Contribuții palinologice la cunoașterea depozitelor cretacice din vorlandul Carpaților Orientali*, Petrol și Gaze, vol. 25/2, p. 73—80, București, 1974.

Balteș N., *Observații palinologice asupra depozitelor neozoice din Dobrogea*, Petrol și Gaze, vol. 25/6, p. 295—298, București, 1974.

Balteș N., *Contribuții palinologice cu posibilități de geneză, migrație și acumulare a hidrocarburilor din Platforma Moesică, România*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 26/9, p. 435—439, București, 1975.

Balteș N., *Observații palinologice privind conținutul microvegetal al unor ape de zăcământ din România*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 27/2, p. 91—95, București, 1976.

Balteș N., *Investigații și perspective ale cercetării palinologice privind rolul temperaturii în formarea petrolului*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 27/10, p. 444—450, București, 1976.

Balteș N., *Contribuții și noi aspecte ale cercetării palinologice cu privire la acumularea, migrația și formarea petrolului*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 27/11—12, p. 552—556, București, 1976.

Balteș N., *Aplicarea palinologiei în studiul depozitelor salifere din avanfosa carpatică*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 28/9, p. 405—409, București, 1977.

Balteș N., *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din România*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 29/10, p. 476—485, București, 1978.

Bandrabur T., Roman Ștefana, *Contribuții privind cunoașterea cuaternarului depresiunii intracarpatice a Ciucului*, St. teh. ec., Inst. Geol., seria H, Geol. Cuaternarului, 4, p. 27—39, București, 1972.

Beju D., *Quelques spores, acritarches et chitinozoires d'âge Dévonien inférieur de la Plateforme Moesienne*. Rev. Palaeobotan. Palynol. vol. 5, 6, 39—49, Amsterdam, 1967.

Bițoianu Cornelia, *Observații asupra conținutului paleobotanic al depozitelor carbonifere din zona Baia Nouă (Banat)*, St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., vol. 17/1, București, 1972.

Bițoianu Cornelia, *Conținutul floristic al depozitelor carbonifere din zona Svinița*, St. cerc. geol., geof., geogr., vol. 17/2, București, 1972.

Boldor C., Visarion Adina, *Asupra prezenței Ordovicianului în regiunea Feneș, Carpații Meridionali — Banatul de est*, D. S. Inst. Geol., vol. LVIII/4, București, 1972.

Bourdon M., Magloire L., Prestat B., *Rôle de la paléontologie dans l'exploration pétrolière*, Editions Technip, p. 77, Paris, 1968.

Boureau Ed., *Traité de Paléobotanique*, vol. II, (Bryophyta, Psilophyta, Lycophyta), p. 845; vol. III (Sphenophyta, Noeggerathiophyta), p. 544; vol. IV fasc. I (Filicophyta), p. 519, Masson & Co., Paris, 1967, 1964, 1970.

Chateauneuf J. J., Reyre Y., *Palynologie (Elements d'Applications géologique)*, Université de Genève, p. 345, Genève, 1974.

Ciobanu I., *Istoricul cercetărilor privind vegetația cuaternară din România*, Progrese în palinologia românească, p. 187—192, Ed. Acad. R.S. România, 1971.

Cioflica Gianina, Popescu Gh., *Biozonarea depozitelor tortoniene din bazinul Brad-Săcărîmb*, St. cerc. geol., geof. geogr., seria geol., vol. 11/2, p. 537—545, București, 1966.

Dessila-Codarcea M., Iliescu Violeta, *Asupra prezenței depozitelor metamorfice ale paleozoicului inferior în Carpații Meridionali Centrali (reg. Rășinari-Cisnădioara-Sadu)*, St. cerc. geol. geof., geogr., vol. 12/2, p. 311—319, București, 1967.

Davey R. J., Downie C., Sarjeant W. A. S., Williams G. L., *Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellates cysts*, Bull. British Museum, suppl. 3, p. 248, London, 1966.

Diaconeasa B., Nicorici E., *Cercetări palinologice din depozitele sarmațianului inferior de la Fizeș (Bazinul Sălaj)*, St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., vol. 9/2, p. 295—307, București, 1964.

Diaconeasa B., Nicorici E., *Cercetări palinologice în depozitele neogene din sudul bazinului Șimleu*, St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol. vol. 13/1, p. 249—256, București, 1968.

Dragastan O., *Paleobotanică și palinologie*, partea I, p. 398, Centrul de multiplicare al Universității din București, 1975.

Dușa A., Petrescu J., *Asupra unui nivel de cărbuni sapropelici (bituminoși) din neogenul bazinului Borod*, Nymphaea, vol. 5, p. 53—59, Oradea, 1977.

Erdtman G., *An introduction to Pollen Analysis*, Waltham Mas., Stockholm, 1954.

Erdtman G., *Handbook of Palynology*, p. 486, Munksgaard, 1969.

Faegri K., Iversen J., *Textbook of Pollen Analysis, p. 237*, Munksgaard, 1964.

Gherasi N., Visarion Adina, Zimmermann P., *Considerații asupra vîrstei unor șisturi cristaline și depozite sedimentare din autohtonul danubian situate la marginea de N a Munților Godeanu, Carpații Meridionali*, St. cerc., geol., geof., geogr., seria geol., vol. 18/2, București, 1973.

Gladkov A. N., *Vvedenie v sporovo. pîlțevi analiz*, Izd. Nauka, p. 116, Moskva.

Givulescu R., Ghiurcă V., Diaconeasa B., *Vorläufige Mitteilung über die pannonische Flora von Chiuzbaia (Baz. Maramureș, Rumänien)*, N. Jahrb. Geol. Paläont., 1, p. 25—30, Stuttgart, 1964.

Givulescu R., *Die Fossile Flora rumäniens (Dritte Ergänzung)*. D. S. Inst. Geol., vol. LXIV, p. 345—378, 1978.

Givulescu R., *Palaeobotanical researches in the Western part of Romania*, The Palaeobotanist, (Silver Jubilee), 25, p. 100—103, Lucknow, 1978.

Iliescu Violeta, Dessila-Codarcea M., *Contribuțiuni la cunoașterea conținutului microfloristic al complexelor de șisturi cristaline din Carpații Orientali*, D. S. Com. Geol., vol. LI/2, p. 13—18, București, 1965.

Iliescu Violeta, Mutihac V., *Considerații asupra posibilităților de corelare a unor depozite din fundamentul zonei Tulcea cu formațiunile cutate din Dobrogea centrală*, D. S. Com. Geol., vol. LI/1. p. 243—249, București, 1965.

Iliescu Violeta, Mureșan M., *Contribuții de ordin palinologic la cunoașterea stratigrafică și vîrstei seriilor metamorfice din partea studică a compartimentului Tisa—Ciuc (Zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali)*, D. S. Inst. Geol., Vol. LVI, p. 97—110, București, 1970.

Iliescu Violeta, *A Pridolian (Uppermost Silurian) palynoprotistologic assemblage from the Moesian Platform—Romania*, D. S. Inst. Geol., vol. LXII, p. 187—193, București, 1976.

Iliescu Violeta, Kräutner G. H., Kräutner F., *Precizarea vîrstei siluriene a Seriei de Repedea s.s. din Munții Rodnei (Carpații Orientali) pe baza unor asociații palinologice*, D. S. Inst. Geol., vol. LXII, p. 3—10, București, 1976.

Iliescu Violeta, Cioflica Gianina, *Contribuții palinologice la reconstituirea vegetației de la limita Oligocen-Miocen*, D. S. Com. Geol., vol. LIV, p. 5—15, București, 1968.

Istocescu D., *Studiul geologic al sectorului vestic al Bazinului Crișului Alb și al ramei Munților Codru și Highiș*, Inst. geol., St. tehn. econ. (stratigr.), J. 8, București, 1971.

Jekhowsky B., *Méhodes d'utilisations stratigraphique des microfossiles organique dans les problemes petrolieres.*, Rev. de I.F.P., vol. 13/10, p. 25, Paris, 1958.

Jincenko B. V., *Mikropaleontologhiceskie metodî stratigraficeschih postroenii v neftagazonocnîh oblastiah*, Nedra, p. 339, Moskva, 1968.

Kremp. G. O. W., *Morphology Encyclopedia of Palynology*, Arizona Univ. Press, p. 263, Tucson, 1965.

Krutsch W., *Atlas der mittel und jungtertiären dispersen Sporae und Pollen, sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas*, vol. I—VII, 1961—1971.

Luță S., *Asociațiile sporo-polinice ale mezozoicului din zona Sirinia (Banat)*, St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., vol. 13/1, p. 257—265, București, 1968.

Macarovici N., Beju D., Olaru L., *Date noi asupra faunei silurianului din fundamentul Podișului Moldovenesc*, Anal. St. Univ. Iași, vol. 11, sect. II Geol-Geogr., p. 89—92, Iași, 1965.

Maier W. O., Visarion Adina, *Virsta formațiunilor cristalofiliene din masivul Locva*, D. S. Inst.. Geol. vol. LXII, p. 11—22, București, 1976.

Mitroiu Natalia, *Palinologia ca știință și dezvoltarea ei*, Natura, Seria biologie, vol. 21/6, p. 26—34, București.

Năstăseanu S., Bițoianu Cornelia, *Devonianul de la Drencova (Banat)*, D. S. Inst. Geol., vol. LVI, p. 19—27, București, 1970.

Năstăseanu S., Stănoiu I., Bițoianu Cornelia, *Corelarea formațiunilor molasei hercinice (Westfalian—Permian) din partea vestică a Carpaților Meridionali*, An. Inst. Geol. Geof., vol. 40, București, 1975.

Olaru L., *Considerații palinologice asupra depozitelor gresiei de Tarcău și a calcarelor de Doamna din flișul Carpaților Orientali*, An. St. Univ. Iași, Geol, vol. 18, p. 129—134, Iași, 1972.

Olaru, L., *Conținutul palinologic al unor depozite priaboniene din flișul paleogen dintre văile Bistrița și Trotuș*, An. St. Univ. Iași, Geol., vol. 19, p. 93—100, Iași, 1973.

Olaru L., *Studiul palinologic al depozitelor cretacic superioare-paleocene din flișul Carpaților Orientali*, An. St. Univ. Iași, Geol., vol. 21, p. 83—88, Iași, 1974.

Olaru L., *Cercetări asupra distribuției stratigrafice a microflorei în flișul paleogen dintre văile Bistrița și Trotuș*, Memoires, Inst. Geol., vol. 27, p. 5—111, București, 1978.

Oniceanu M., Olaru L., Enciu P., *Date noi privind vîrsta unor formațiuni cristalofiliene din zona anticlinalului Bretila*, An. St. Univ. Iași, sect. II, Geol., vol. 20, p. 23—27, Iași, 1977.

Oniceanu M., Olaru L., *Contribuții la cunoașterea conținutului microfloristic și a vîrstei formațiunilor cristalofiliene ale Seriei de Rebra din partea de est—nord-est a Munților Rodnei*, An. St. Univ., Iași, vol. 23, p. 19—22, Iași, 1977.

Oniceanu M., Olaru L., Erhan V., *Contribuții la studiul palinologic al formațiunilor cristalofiliene și sedimentare din zona V. Bistriței — V. Seacă — V. Baraşeului (Jud. Harghita)*, An. St. Univ. Iași, Geol., vol. 23, p. 23—28, Iași, 1977.

— *Osnovîi paleontologhii*, vol. I, p. 698, vol. II, p. 743, Akad. Nauk. S.S.S.R., Moskva, 1963.

Paraschiv D., *Studiul stratigrafic al devonianului și carboniferului din Platforma Moesică, la vest de rîul Argeș*, St. teh. și econ., Inst. Geol., Seria Geol., J/12, p. 165, București, 1974.

Paraschiv D., *Platforma Moesică și zăcămintele ei de hidrocarburi*, Ed. Acad. R. S. România, p. 195, București, 1979.

Paghida Trelea N., Simionescu T., Olaru L., *Contribuții la studiul micropaleontologic al sarmațianului din împrejurimile Hîrlăului*, An. St. Univ. Iași, Seria Geol.-Geogr., vol. 13, p. 83—96, Iași, 1967.

Peterschilka F., *Pollenanalyse einiger Hochmoore Neurumäniens*, Ber., d. Deutschen Bot. Ges., vol. XLVI/3, p. 190—197, Berlin, 1928.

Petrescu J., *Paleobotanică cu noțiuni de palinologie*, p. 326, Centrul de multiplicare al Univ. din Cluj, Cluj-Napoca, 1977.

Petrescu J., Nicorici E., *Contribuții biostratigrafice la cunoașterea formațiunilor neogene din bazinul Borod (sectorul Borozel)*, Nymphaea, vol. V p. 37—52, Oradea, 1977.

Pokrovskaia J. M., *Analyse pollinique*, Trad. des Annales de S.I.G. (B.R.—G.M.), nr. 24 (1953), p. 433, Paris, 1958.

— *Progrese în Palinologia românească*, sub redacția lui Emil Pop, Edit. Acad. R. S. România, p. 279, București, 1971.

Pop Emil, *Spectrul polinic al turbei de la Colăcel (Bucovina)*, Dări de Seamă ale I-ului Congres național al naturaliștilor din România, p. 357—363, Cluj, 1928.

Pop Emil, *Flora pliocenică de la Borsec*, p. 189, Univ. din Cluj, 1936.

Pop Emil, *Analiza de polen în turba Carpaților Orientali (Dorna—Lucina)*, Bul. Grăd. Bot., 9/3—4, p. 81—210, Cluj, 1929.

Pop Emil, *Trecutul pădurilor noastre de la sfîrșitul terțiarului pînă azi*, Rev. st. „V. Adamachi", vol. 30/2—3, 66—75, București, 1944.

Pop Emil, *Din trecutul vegetației țării noastre*, Natura, vol. 6/2, p. 42—56, București, 1954.

Pop Emil, *Mlaștinile de turbă din Republica Populară Română*, Ed. Acad. Române, p. 516, București, 1960.

Pop Emil, Boșcaiu N., Diaconescu B., *Analiza polinică a turbei de la Tău-Băiții (raionul Vișău — reg. Maramureș)*, Studia Univ. Babeș-Bolyai, Seria Biol., vol. 2, p. 37—40, Cluj, 1965.

Pop Emil, Ciobanu I., *Analiza de polen în gheața de la Scărișoara*, An. Acad. R. P. Române, seria geol. geogr., biol. șt. teh. și agr., 3, 2, 23—54, București, 1950.

Pop Emil, *Cuvîntare introductivă la Simpozionul de palinologie de la Cluj*, 14 mai 1970, în *Progrese în palinologia românească*, p. 9—30, Ed. Acad. R. S. România, București, 1971.

Pop Emil, *Diagrama sporo-polinică de la Tăul Zănoguții (Munții Retezat)*, Progrese în palinologia românească, p. 219—225, Ed. Acad. R. S. România, București, 1971.

Popescu Gh., Cioflica Gianina, *Contribuții la microbiostratigrafia miocenului mediu din nordul Transilvaniei*, St. cerc. geol., geof., geogr., vol. 18/1, p. 187—218, București, 1973.

Potonié R., *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*, II Teil, Sporites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates, Beih., geol. Jb, vol. 31, p. 114, Hannover, 1958.

Potonié R., *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*, I Teil, Sporites, Beih. geol. Jb., vol. 23, p. 103, Hannover, 1956.

Potonié R., *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*, V Teil, Beih. geol. Jb., vol. 87, p. 222, Hannover, 1970.

Potonié R., *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*, III Teil, vol. 39, Beih. geol. Jb., p. 189, Hannover, 1960.

Potonié R., *Synopsis der Sporae in situ*, Beih. geol. Jb., vol. 52, Beih. geol. Jb., p. 204, Hannover, 1962.

Potonié R., *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*, IV Teil, Beih. geol. Jb., vol. 72, p. 244, Hannover, 1966.

Potonié R., *Phylogenetische Sporologie*, Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., vol. 22, p. 142, Krefeld, 1973.

Potonié R., *Beiträge zur Sporologie*, Fortschr., Geol., Rheinld. u. Westf., vol. 25, p. 282, Krefeld, 1975.

Răileanu Gr., Magdalena Iordan, Nurhan Ali Mehmed-Dăneț, Beju D., *Studiul devonianului din forajul de la Mangalia*, D. S. Inst. Geol., vol. LII/1, p. 323—339, București, 1966.

Roman Ștefana, *Palynoplanktologic Analysis of some Black Sea — Cores*, Black Sea, special publ., p. 396—410, 1973.

Roman Ștefana, *Contribuții la cunoașterea florei polinice a complexelor cărbunos și marnos din bazinul Baraolt*, D. S. Inst. Geol., vol. LXIV, p. 389—398, București, 1978.

Semaka Al., Huică I., Georgescu Lenuța, *Noi puncte cu plante liasice în formațiunea de Schela (Carpații Meridionali)*, St. cerc. geol. geof., geogr., seria Geol., vol. 17/2, București, 1972.

Solacolu T., *Aplicarea analizei polenului la turbăriile din România*, București, 1928.

Solacolu T., *Analyse pollinique de la tourbe de „Poiana Stampei"*, Dări de Seamă ale I-ului Congres național al naturaliștilor din România, p. 407—410, Cluj, 1928.

Stănoiu I., Iliescu Violeta, *Precizări asupra stratigrafiei formațiunilor paleozoice de la obîrșia Văii Motru (Carpații Meridionali)*, D. S. Inst. Geol., vol. LXII, p. 37—53, București, 1976.

Straka H., *Pollen und Sporenkunde*, G. Fischer Verlag, p. 274, Stuttgart, 1979.

Tănăsescu N., *Analiza polinică și istoria pădurilor*, Rev. Șt. V. Adamachi, vol. 26, p. 32—36, București, 1940.

Tappan Helen, Loeblich A. R. jr., *Evolution of the Oceanic Plankton*, Earth-Science Rev., 9, p. 207—240, Amsterdam, 1973.

Tomson P., Pflug H., *Pollen und Sporen der mitteleuropaischen Tertiär*, Palaeontographica, B., vol. 94, Stuttgart, 1953.

Tschudy H. R., Scott A. R., *Aspects of Palynology*, John Wiley & Sons, p. 510, New York, 1969.

Venkatachala B. S., Balteș N., *Studii palinologice asupra depozitelor terțiare din Depresiunea Precarpatică română — Depresiunea Getică*, Petrol și Gaze, vol. 13/6, p. 244—258, vol. 3/7, p. 295—297, București, 1962.

Venkatachala B. S., Beju D., *Asupra prezenței carboniferului în fundamentul zonei Călărești*, Petrol și Gaze, vol. 13/4, p. 145—151, București, 1962.

Venkatachala B. S., Beju D., Kar R. K., *Palynological evidence on the presence of Lower Triassic in the Danubean (Moesian) Platform, Romania*, The Palaeobotanist, vol. 16/1, p. 29—37, Lucknow, 1968.

Visarion Adina, Solomon I., *Asupra prezenței cambrianului epimetamorfic în Munții Retezat (Carpații Meridionali)*, D. S. Inst. Geol., vol. LX/4, București, 1974.

Wale D., Dale B., *Modern Dinoflagellata cysts and evolution of the Peridiniales*, Micropalaeontology, vol. 14/3, p. 265—304, New York, 1968.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

INDEX DE GENURI ȘI SPECII

A

Abies 26, 135
Abiespollenites 138
Abietineaepollenites 238
Acanthomorphitae 33, 39
Acanthodiacrodium 36
Acanthorytidodiscrodium 181
A. echinatum 181
Acanthotriletes 210, 227
Aceripollenites 150
Achomosphaera 65
A. neptuni 65
A. ramulifera 65, 66
Adiantites 112
Adnatosphaeridium 54
A. multispinosum 66
Aequitriradites 65, 103
Ahrensisporites 104
Aldanophyton 200
A. antiquissimum 200
Alatisporites 104, 217
Alisporites 140, 229, 237
Alnipollenites 149
Alutisporites 114
Ambitisporites 106, 202, 223
Amphora chitina 82, 83
A. confundus 82
Ancyrochitina 82, 83
A. cf. ancyrea 85
A. ancyrea 85
A. fragilis 85
A. moldavica 85
A. tumida 88
Ancyrospora 108, 205
A. langii 226
Anachoropteris 109
Anemia 111
Aneurospora 107
Aneurophyton 113
Animikieia 174
A. septa 174
Angochitina 82, 83
A. capillata 85
A. bifurcata 88
A. devonica 82, 88
A. longicolla 85
Annularia 207
Annulispora 236
Anulatisporites 17, 226
Anthoceros 105
A. punctatus 405
Apiculiretusispora 106, 207
Apiculatisporites 224, 240
A. burtonensis 224
Appendicisporites 19, 111
Apteodinium 53, 60
A. conjunctum 60, 64
A. grande 61
A. granulatum 58, 66
A. maculatum 66
Aquilapollenites 183
Aratrisporites 240
Aralia 142
Araliaceopollenites 151
Arcepites 115, 121
Araucaria 140
Araucariacites 140
Arbusculidum 39
Archaeoperisaccus 113
Archaeopteris 113
Archaeorestis 174
A. schreiberensis 174
Archaeosphaeroides 175
A. babertonensis 175
Archaeosigillaria 207
Archaeozonotriletes 207
Arhensisporites 221
Arpylorus 54
Ascodinium 52, 61
A. scabrosum 61
Asplenium 112
Asterotheca 110
Asterophyllites 207
Asteroxylon 202
Auriculinasporites 236
Auroraspora 207
Azonotriletes 29, 236
Azonomonoletes 29

B

Baculatisporites 111, 112, 236
Baltisphaeridium 33, 39, 181
B. ornatum 181
B. dubium 181
Banksisporites 107, 239
Barangwanathia 106, 202
Betula 26, 143

Betulaepollenites 149
Bellispores 227
B. nitidus 227
Biretrisporites 242
Boiophyton 201
B. pragense 201
Botryococcus 22, 26, 33
Botryopteris 110
Brodispora 238
Broomea 60
B. exigua 60
B. jaegeri 60
B. fussiformis 66
Bursachitina 83

C

Calamospora 27, 106, 109, 242
Calamophyton 110
Calamites 207
Calamostachys 109, 207
Callipteris 216, 217
C. naumanni 216
C. conferta 216, 228
Calciodinelide 51
Callixylon 113
Camptotriletes 111
Camerosporites 238
Canningia 58
C. reticulata 58
C. collvieri 60
Carpolites coniformes 9
Carpinus 26
Caryapollenites 150
Carpodinium 66
C. granulatum 66
Carpinuspollenites 149
Caytonia 139
Ceratium 49, 59
Cephalotaxaceae 114
Cedrus 135
Cedripites 139
Chenopodipollenites 150
Chordaisporites 237
Chomasphaeridium 39
Chomatriletes 238
Cicatricosisporites 65, 111
Cirratriradites 107, 210
Circulisporites 238
Classopollis 65, 238
Cladochitina 85
Clavifera 111
Clathrochitina 82, 85
C. striata 82
C. campanuliformis 82
C. granule 82
Clathropteris 112
Conochitina 82, 85
C. brevis 88
C. claviformis 85
C. conulus 88
C. insueta 85
C. macarovicii 85
C. proboscifera 85
C. turris 85
Coronochitina 83
Corollina 238
Conbaculatisporites 236
Convolutispora 111
Corrugatisporites 242
Coronatisporites 242
Cooksonia 105
Concavisporites 111, 236
Concavissimisporites 112
Concentrica 178
Concentricisporites 113
Crassosphaera 35, 71, 79
Crameria 39
Cristatisporites 107, 210
Cryptomeria 140
Ctenidodinium 53, 57
C. ornatum 57, 58
C. tenellum 57, 58
Cupressaceae 114, 140
Cupressacites 140
Cucullispora 140
Cymatiosphaera 39, 55
Cymatiogalea 34, 39
Cyclonephelium 52
C. distinctum 61, 65
C. lemniscatum 66
Cyathochitina 83, 85
Cyarthochitina 85
C. calis 85
Cyclogranisporites 106, 109
Cylostrobus 107
C. major 107
Cyathidites 112, 235
Cycas 136
Cycadopites 137, 238
Cyrillaceaepollenites 151
Cyperaceaepollis 151
Cyclosporites 242
Cyamatiosphaera 34

D

Dactylofusa 39
Dacrycarpus 137
Dacrydium 137
Dacrydiumites 138
Dasydiacrodium 36
Davallia 112
D. solidites 112
Deltoidospora 112, 235
Decussatisporites 238
Deflandrea 51, 53
D. acuminata 61
D. cincta 60, 66
D. cretacea 61
D. cf. diebeli 66
D. nucula 61
D. eocaenica 66

D. phosphoritica 66
D. rectangularis 66
D. rotundata 66
D. victoriensis 61
Densosporites 17, 103
D. lysii 226
Densoisporites neujburgii 20
Densosporites 106, 112, 226
Dennstaedtia 101
D. rubinosa 101
Desmochitina 82
D. elegans 82
D. cingulata 82
D. margaritana 88
Deunffia 35
Diacromorphitae 36
Dibolisporites 110, 224
D. echinaceus 110, 224
D. cf. gibberosus 110
Dicksonia 112
D. mariopteris 112
Dictyotidium 34
Dictyotriletes 109
Dictyophyllum 112
Dictyophyllidites 112, 236
Dictyotriletes 106
Diconodinium 67
Dingodinium 53, 61
D. cerviculum 60,61,65
Dinophysis 48, 49
Dinogymnium 51, 54
Diporines 13
Dinetromorphitae 36
Disphyeromorphitae 36
Domasia 35, 39, 202
Dioon 136
Diploxylon (silvestris) 139
Distachyapites 141
Distalianulisporites 236
Drepauoplycus 202
Duplexisporites 236, 242

E

Echinium 36
efedroid 24
Eisenackia 53, 66
E. circumtabulata 66
Emphanisporites 18, 104, 205
E. minutus 224
E. rotatus 224
E. robustus 224
Ephedraceae 141
Ephedra 141
Ephedripites 141
Endosporites 104, 217
E. globiformis 107
Enigmophyton 106
E. superbum 106
E. simplex 106
Entosphaeroides 174
E. amplus 174
Entyllisa 238
Eobacterium 173
E. isolatum 173
Eremochitina 82, 83
Ericaceae 26, 142
Estriastra 34
Evittia 34
Evittodinium 53

F

Fagus 26
Faguspollenites 149
Falcisporites 218
Florinites 17, 104, 210, 219
Fromea 53, 57
Fossombronia 13
Foveosporites 242
Fungochitina 85

G

Galeacornea 109
Gardodinium 54
Ginkgo 136
Ginkgoaceae 136
Ginkgocycadophytus 238
Ginkgorectectina 137
Girvanella 201
Glossopteris 237
Gleicheniidites 111
Gnetaceaepollenites 238
Gonyaulax 48, 59
Gonyaulacysta 57, 65
G. nuciformis 57
G. cladophora 57, 58, 64
G. eisenacki 57
G. jurassica 57
G. granulata 57
G. infracretacea 60
G. pachiderma 65
G. muderogense 60
G. cretacea 65
Gramineae 26, 24
Graminiidites 151
Granulatisporites 106, 227
Gymnodinium 48, 58
G. daberdorfense 58
Gunflintia 174
G. grandis 174

H

Halosphaera 34
Haploxylon 139
Hausmmania 112, 239
Hedlundisporites 113
Heliosporites 236
Heliodinium 53, 60
H. voigti 60

BCU / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Herkomorphitae 34, 55
Hexagonifera 66
H. cassidata 66
H chlamydata 66
Hoegisphaera 85
H. glabra 88
Horneophyton 105, 106
H. lignieri 105
Hymenozonotriletes 205, 206
Hymenophyllumsporites 112
Hystrichosphaeridaee 31, 32
Hystrichosphaeria 49
H. mirabilis 49
Hystrichokolpoma 51
H. eisenacki 66
Hystrichosphaera 51
H. cingulata 66
H. erectum 61
H. furcata 61, 67
H. ramosa 66
H. speciosa 67
Hystrichosphaeridium 33
H. costatum 57
H. recurvatum 60
Hystrichosporites 108, 110
Hungarodiscus 79
Huronispora 174

I

Ilexpollenites 151
Illinites 104, 217
Illichitina 85
Inaperturopollenites 140
Infernopollenites 218
Irrimales 13, 27

J

Juglanspollenites 150
Jugasporites 218

K

Kakabekia 174
Ketelleeria 135, 138
Keteleeriapollenites 138
Klausipollenites 218, 239
Klukisporites 242
Knoxisporites 104, 207
K. hederatus 226
Krauselisporites 236

L

Laevigatosporites 106, 107, 108, 112
L. ovalis 227
L. medius 227
Lagenochitina 81, 82, 85
L. baltica 81
L. elegans 82
L. magnifica 85
L. maxima 85
L. porrecta 85
Laminarites 180
Latosporites 210
Lebachia 208
Leiotriletes 105, 111, 223
L. laevis 224
L. simplex 224
Leiosphaeridium 34, 55
Leiosphaeridae 34
Leiosphaeridia 34, 79
L. pannonica 81
Leiofusa 35, 63
Leiofusidae 35
Leioligotriletum 176
L. nitidum 176
Leioposophosphaera 181
L. rarorugosa 181
Leoniella 39
Leptodinium 49, 53, 57
L. aculeatum 53
L. subtile 57
L. churchillii 67
L. bacculatum 67
L. punctatum 67
Lepidostrobus 102, 106
Liquidambarpollenites 149
Liliacidites 151
Liliipollis 151
Lilium 151
Lingulodinium 49
L. machaerophorum 49
Lithosphaeridium 66
L. siphoniphorum 66
Lophominuscula 180, 222
L. prima 180, 223
Lopholigotriletum 180
L. granulosum 180, 181
Lophosphaera 180
L. normalis 180
Lophotriletes 219
L. rugosus 219
Lueckisporites 140
Lunatisporites 218
Lunulidia 35
Lycopodites 106
Lycospora 106, 224
Lygodium 27, 111, 242
Lygodiumsporites 111

M

Magnolia 142
Magnolipollis 149
Magnoliaepollenites 149
Maranthites 47
Margachitina 85

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

M. margaritana 85
Marsilea 112
Matonisporites 19, 112
Matonia 112
Marginata 178
Margominuscula 223
M. rugosa 223
Marpolia 201
Marsupipollenites 219
Meiourogonyaulax 53
Micrhystridium 33, 39
Microdinium 53, 61
M. ornatum 61, 66
Microtitthodiscus 79
Milliaria 222
M. implexa 222
Minuscula 178
Moesiodinium 53
M. raileanui 58
Monocolpopollenites 27
Monoletes 27, 29
Monocolpopollenites 146
Mooreisporites 227
Monoporines 13
Morania 201
Myrcipites 149
Myrtaceidites 150
Muderongia 54, 64
Murospora 226
M. margodentata 226

N

Naiadita 105
N. lanceolata 105, 236
Nannoceratopsis 51, 54, 57, 58
Nathorsthia 110
N. alata 110
Narthostisporites 239
Nematosphaeropsis 49
Neoverychachium 39
Netromorphitae 35
Neoraistrickia 111, 236
Noeggerathia 109
Normapolles 13, 21, 116, 183, 189
Nyssa 142
Nyssapollenites 151
Nuskoisporites 217

O

Oculopollis 20
Oligosphaeridium 65
O. complex 65
Onoclea 112
Operculodinium 49
Ornamentifera 111
Osmundopsis 111
O. sturii 111
Osmundacidites 111, 242
Ovalipollis 237

P

Pachysphaera 39, 69
Palinomorfe 25
Palaeostomocystis 36
Palmidites 238
Parasporites 217
Pareodinia 53
P. ceratophora 57, 58
P. nuda 58
Peridinium 66
P. basilum 66
Perisaccus 79
Periporopollenites 148
Perforosporites 221, 224
P. robustos 224
Perotriletes 224
P. mutabilis 224
Pinus 9, 26, 134, 138,
Pinaceae 133
Piceapollis 138
Picea 135
Pityosporites 138, 139, 237
Pityopollenites 218
Pilosisporites 226
P. verrurtus 226
Pilosisporites 226, 242
Phyllothecotriletes 106
P. microgranulatus 106
Phlebopteris 112
Platymorphitae 36
Polygonomorphitae 34, 55
Polyedrixium 35, 39
Poikilofusa 39
Pogonochitina 72
Polysporia 107
P. mirabilis 107
Polypodium 112
P. vulgare 112
Polypodiidites 112
Polypodiaceoisporites 112
Podocarpus 134, 137
Podocarpaceae 134, 135
Podocarpidites 137
Postnormapolles 20
Potonieisporites 217, 226
Pteromorphitae 35
Pterospermopsis 35, 39, 60
P. australiensis 60, 66
Pterosperma 35
Pterospermopsidae 35
Pterochitina 74
Pterorestis 108
Pteridospermae 135
Pteruchus 139
Pterocaryapollenites 150
Pulvinosphaeridium 34

Q

Quercus 26, 142
Quercopollenites 149

BOTANY / CENTRAL LIBRARY

R

Radiatisporites 104
Radiizonates 107, 210
Raistrickia 109, 111, 226
R. microhorrida 227
R. macrotuberculata 226
R. nigra 226
Reinschospora 104
Reticulatisporites 108, 110
Remysporites 217
Retusotriletes 105, 107
Retusotriletes 202
Rhaetipollis 239
Rhaetogonyaulax 54
Rhynchdiniopsis 66
R. aptiana 66
Rhabdochitina 81, 82
R. claviformis 85
Rhabdosporites 109, 113
R. conocephala 82
R. usitata 85
R. parvulus 226
R. cuvillieri 226
R. langii 226
Riciisporites 105
Rimales 13, 27
Rifenites 178
Rotaspora 227
R. fracta 227
R. knoxii 227
Rotatisporites 104

S

Sabal 21
Salixpollenites 150
Samarisporites 207
Sapotaceoidaepollenites 151
Savitrisporites 210
Sciadopitys 141
Sciadopityspollenites 141
Scolecopteris 110
Schroederia 35
Schulzospora 17, 152
Schopfites 210
Schopfipollenites 219
Scutellomorphitae 47
Sequoia 21, 140
Selaginella 27, 107
Senftenbergia 111
Sequoiapollenites 140
Siphonochitina 83
Sigillariostrobus 107, 207
S. rhombibracteanus 107
Sphaeromorphitae 34, 54
Sphenophyllostachys 108
S. dawsoni 108
S. jablokovii 108
S. trisporangiatus 109
Sphagnum 26, 105
S. europaeum 105
S. pedatiformis 105
Sphagnumsporites 105
Sphaeridium 39
Spiniferites 53
Staplinium 36, 39
Stereisporites 27, 242
Striatotheca 39
Stephodinium 61
S. europaeicum 61
Striatites 201, 219
Striatisporites 111
Striatopodocarpidites 138
stefanocolpat 148
stefanocolporat 148
Systematophora 54
S. areolata 57
S. complicata 65
Svalbardella 53, 67
Superbisporites 104
Sulcatipollenites 218

T

Taeniopteris 237
Taetradosulcites 238
Tapajonites 47, 79
Tasmanites 35, 79, 81, 202
Tasmanaceae 39, 63
Taxus 140
Taxaceae 114
Taxodium 26, 140
Taxodiaceae 21, 114
Tenua 52
T. histricella 65
tetracolporat 148
Tetracolporopollenites 148, 193
Thalassiphora 52
T. banatica 67
Tholisporites 104
Thymospora 213
Triadispora 20
T. crassa 20
Tiliaepollenites 150
Todisporites 19
T. major 19
T. trivialis 19
T. recurvatus 111
Torispora 110, 210
Toroisporites 236
Triporines 13
Triletes 27
Trileites 106
Trachydiacrodium 36
Triplosolenia 48
Trachysphaeridium 79
Tripartites, 104, 226
Trachyminuscula 180, 181
T. rugosa 181
Trachyosphaeridium 181
Trachyoligotriletum 180
T. magnum 180

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Trachysphaera 180
T. vulgaris 180
Triquitrites 151, 227
T. tricuspis 227
Tripartites 104
Tsugaepollenites 141, 237
T. igniculus 141
T. fluminipites 141
Tuberculatisporites 107
T. mamillarius 107
Tytthodiscus 35, 57, 79, 81, 161
Tymospora 110
Typha 142

U

Ulmipollenites 149
Unatextisporites 237
Urochitina 82, 83, 88
U. simplex 88

V

Valatisporites 107
Vallatisporites 205
Valvisisporites 107
V. auritus 107
Velatachitina 82, 83
Velatisporites 103
Vestispora 104
Vesicaspora 218
Vestigisporites 219
Veryhachium 34, 39, 56
Verrucosisporites 110, 111, 221, 236
Visbysphaera 39
Vitreisporites 238
Vittatina 219, 239
Voltziaceaesporites 240
Vulcanisphaera 39

W

Walchia 208, 228
Walzispora 226
W. sagittata 226
Wallodinium 36
Welwitschia 141
Wetzeliella 52
W. articulata 66
W. rotundata 66
W. similis 66
W. cf. symmetrica 67
Wilsonites 213
Wilsonastrum 34

Z

Zamia 136
Zebrasporites 236
Zelkovaepollenites 149
Zonalapollenites 141
Zonosphaeridium 79, 219
Zonomonoletes 29, 237
Zonotriletes 29
Zosterophyllum 105
Z. llanoveranum 105

Universitatea Al. I.
Biblioteca de Geologie
Cota veche
Col: Jun
Preţul
21,80 lei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coli de tipar: 26,25. Planșe: 12+9. Format: 16/70×100. Bun de tipar: 22.XII.1980. Nr. plan: 9007. Ediția: 1980.

Tiparul executat sub comanda nr. 400, la Întreprinderea Poligrafică „Crișana", Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

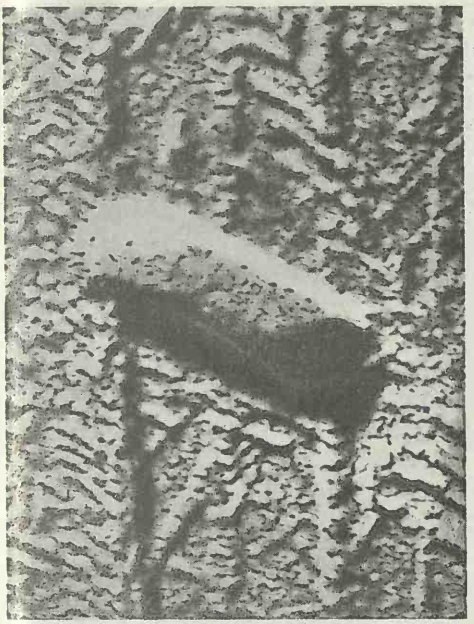


Foto I

Foto II

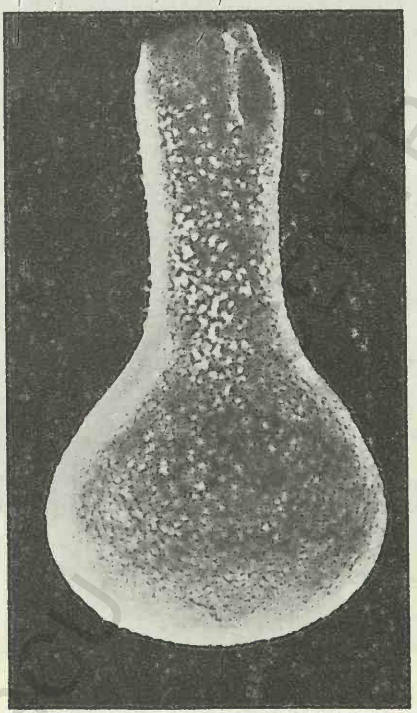


Foto III

Foto I — *Eobacterium isolatum* Barghoorn & Schopf, precambrian inferior (vîrstă absolută 3,2 miliarde de ani). Formațiunea de Fig Tree, Africa de sud, ×100 000.

Foto II — Bacterii feruginoase întîlnite în formațiunea feriferă de Gunflint, precambrian mediu (vîrstă absolută 1,7—2,0 miliarde de ani), bacterii asemănătoare cu bacteriile feruginoase actuale de tip *Siderocapsa* și *Siderococcus*, Ontario, ×15 000.

Foto III — *Sphaerochitina licoperdoides* Laufeld, silurian, chitinozoar cu testul fin ornamentat cu spini, mărit la microscopul electronic, ×1 500.

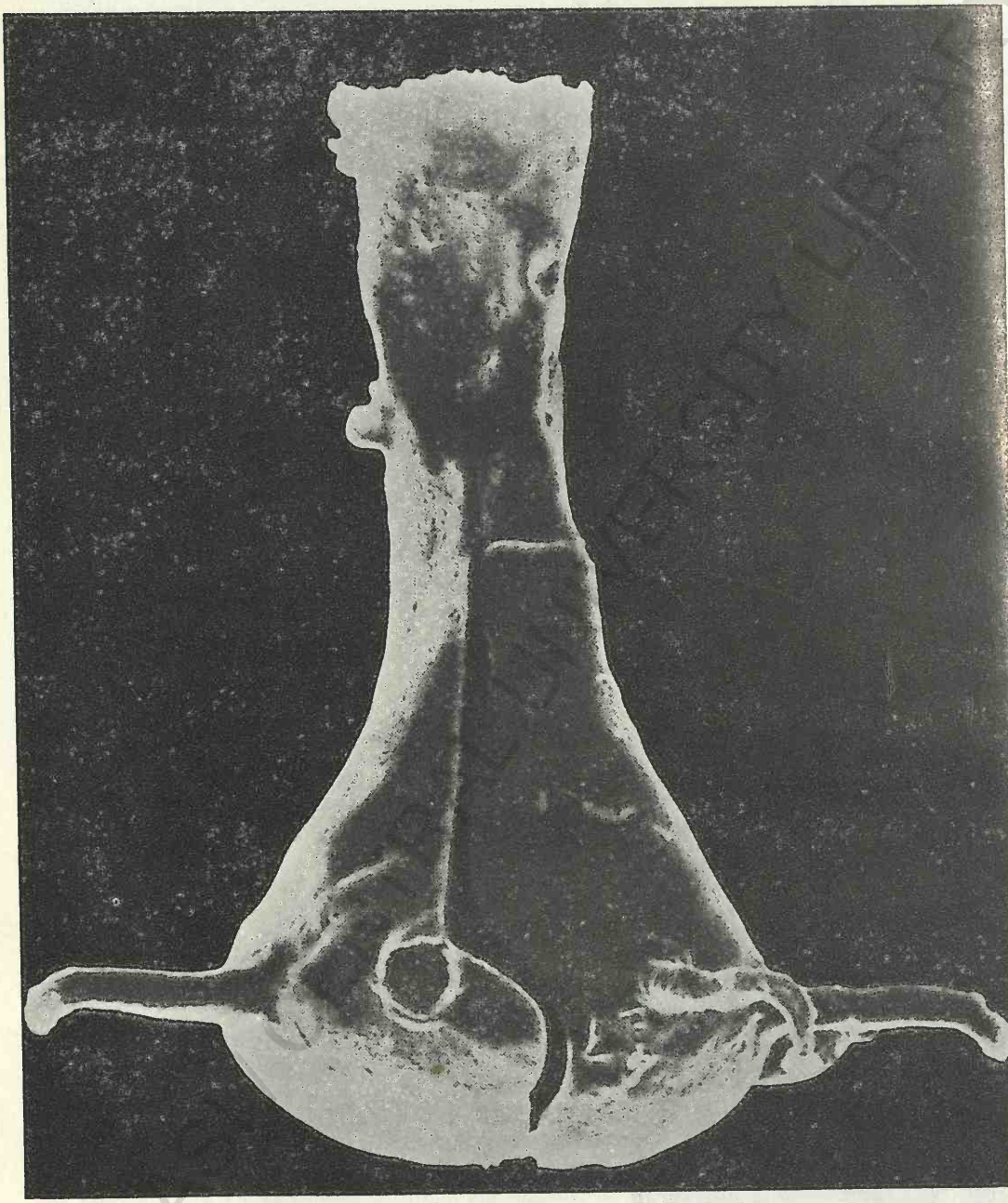


Foto IV — *Ancyrochitina primitiva* Eisenack, silurian, chitinozoar cu spini plasaţi pe veziculă, mărit la microscopul electronic, ×1 500.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

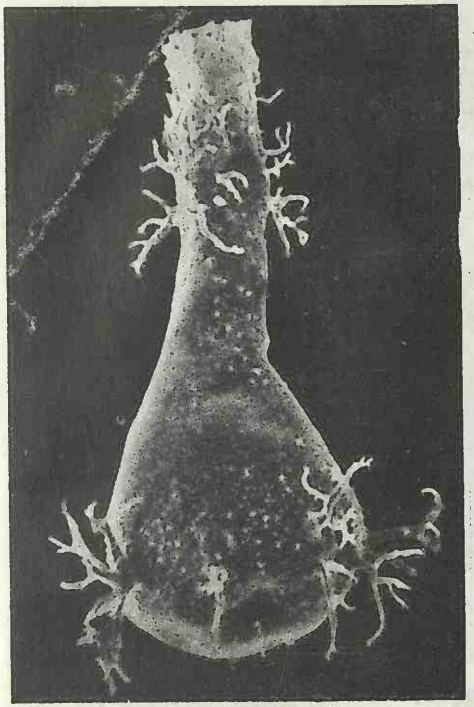


Foto V

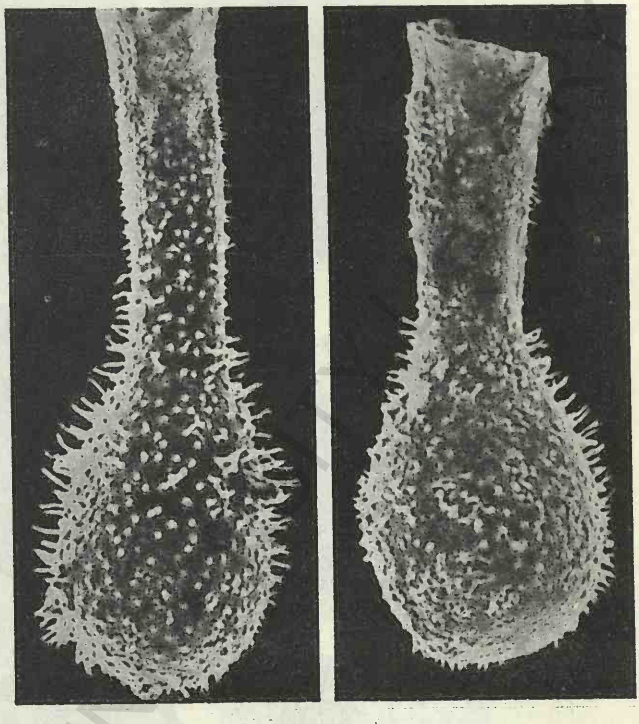
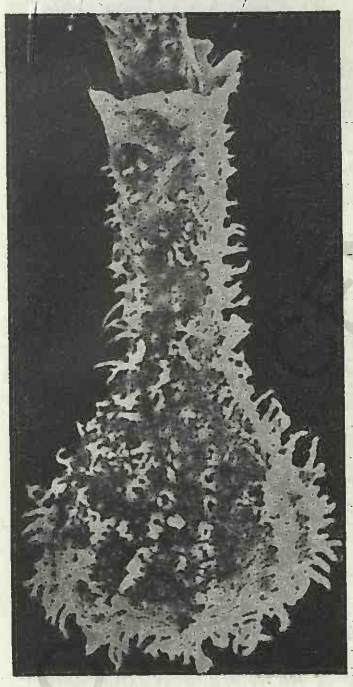


Foto VI



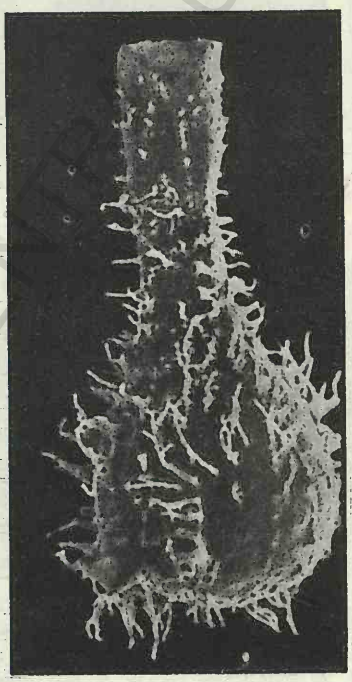


Foto VII

Foto V — *Ancyrochitina desmea* Eisenack, silurian, chitinozoar cu rizoizi plasați pe veziculă și pe tubul oral (pseudostom), mărit la microscopul electronic, ×1 500.

Foto VI — *Angochitina echinata* Eisenack, silurian, chitinozoar cu spini fini plasați pe tot testul, mărit la microscopul electronic, ×1 500.

Foto VII — *Gotlandochitina martinssoni* Laufeld, silurian, chitinozoar colonial; se observă în regiunea prosomei legătura (zona de conexiune); mărit la microscopul electronic, ×1 500.

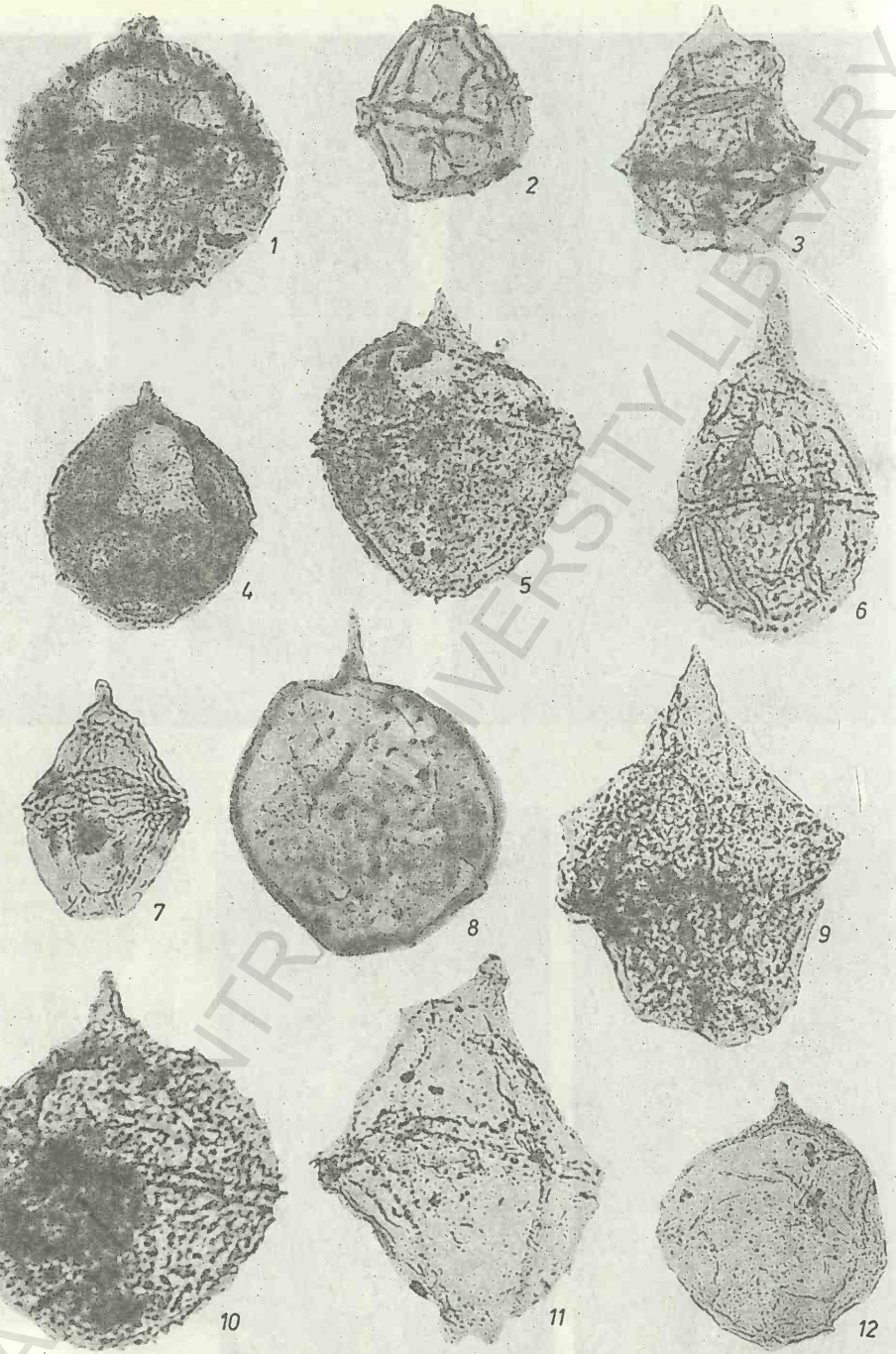
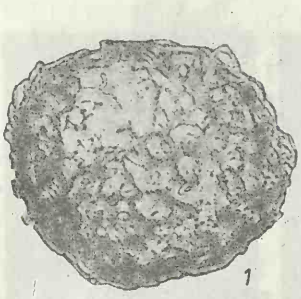
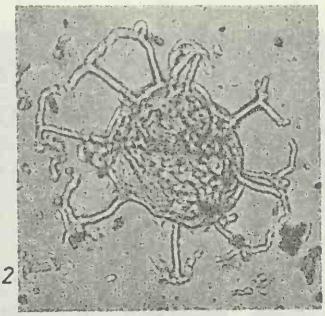
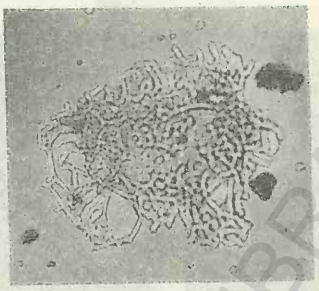
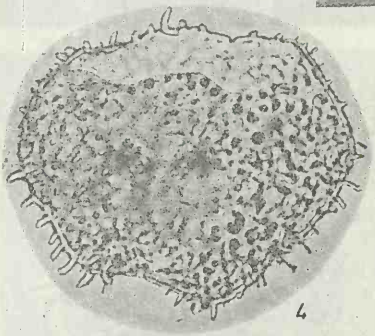
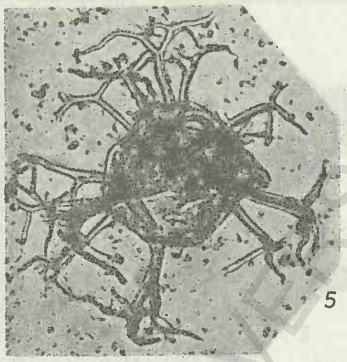
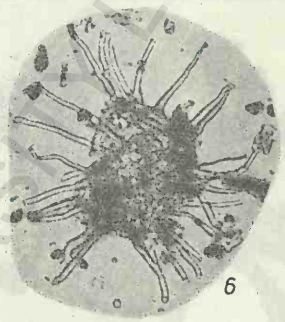
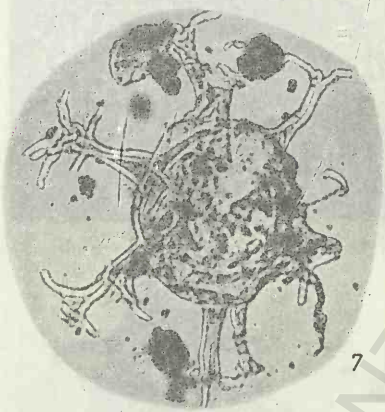
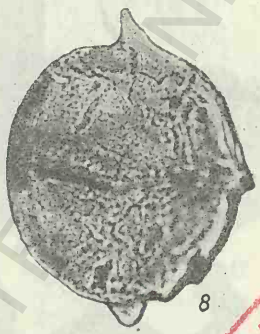
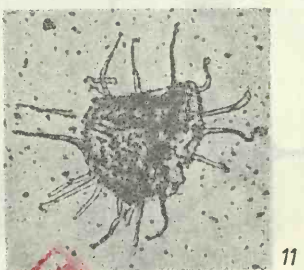


Foto VIII — *1* — *Cribroperidinium intricatum* Davey; *2* — *Leptodinium margaritiferum* (Cook. & Eisen.) Sarjeant; *3* — *Gonyaulacysta cassidata* (Eisen. & Cook.) Sarjeant; *4* — *Cribroperidinium edwardsi* (Cook. & Eisen.) Davey; *5, 10* — *C. orthoceros* (Eisen.) Davey; *6* — *C. sepimentum* Neale & Sarjeant; *7* — *Gonyaulacysta hyalodermopsis* (Cook. & Eisen.) Sarjeant; *8, 9* — *G. hadra* Sarjeant; *9* — *Cribroperidinium muderogensis* (Cook. & Eisen.) Sarjeant; *11* — *Gonyaulacysta perforans* (Cook. & Eisen.) Sarjeant; *12* — *Apteodinium granulatum* Cookson & Hughes (*1—12*, ×500).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

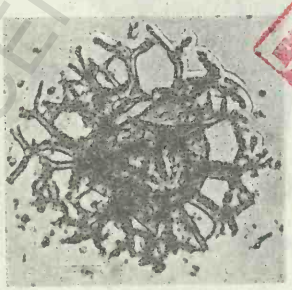
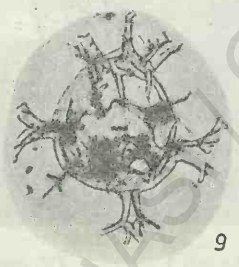
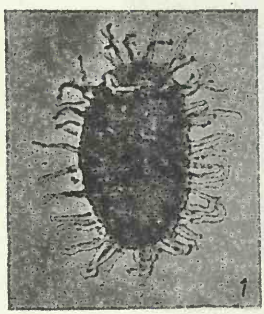
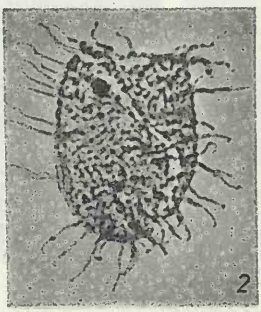
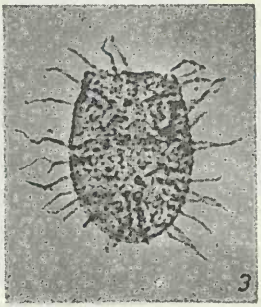
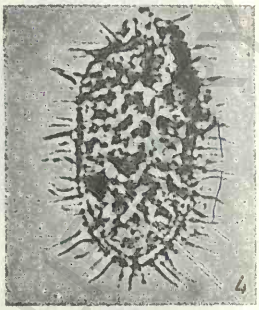
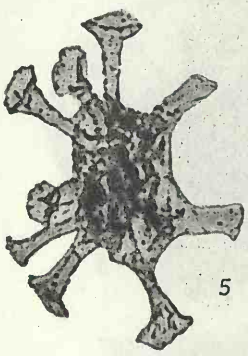
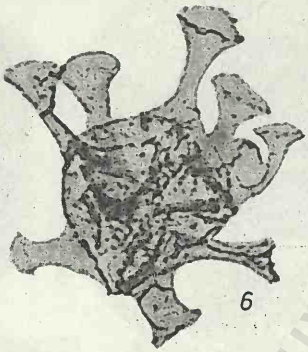
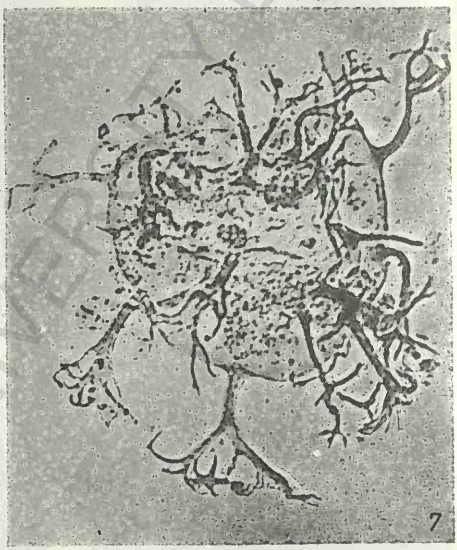
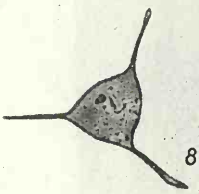
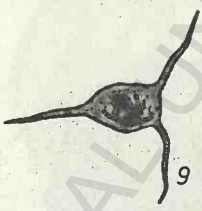



Foto IX — *1* — *Cassiculosphaeridium magna* Davey; *2* — *Tanyosphaeridium regularae* Davey & Williams; *3* — *Areoligera senonensis* Lejeune — Carpentier; *4* — *Cyclonephelium vanophorum* Davey: *5, 9* — *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre) Evitt; *6, 11* — *Heliodinium voigti* (Alberti) Sarjeant; *7* — *Oligosphaeridium complex* (White) Davey & Williams; *8* — *Kenleya pachycerata* Cook. & Eisen.; *10* — *Achomosphaera ramulifera* var. *densa* Balteş; *12* — *Spiniferites cornutus* (Gerlach) Sarjeant var. *branchiata* Balteş (*1—12*, ×500).

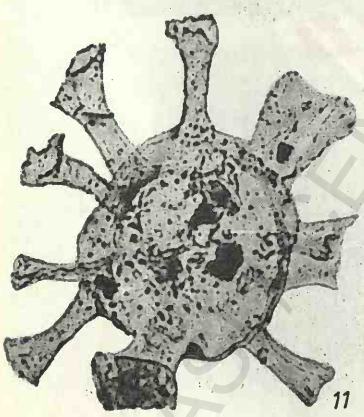
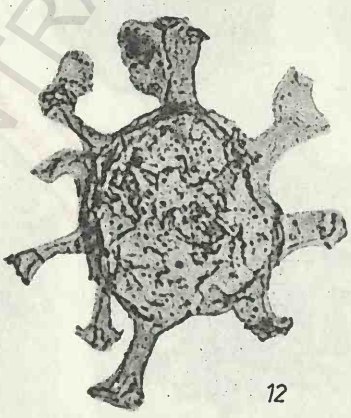
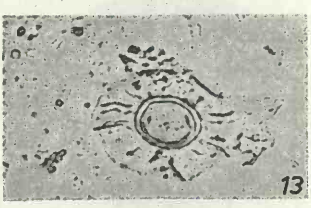




Foto X — *1—3* — *Tanyosphaeridium variecalamum* Davey & Williams; *4* — *Prolixosphaeridium deirense* Davey et al.; *5, 6* — *Oligosphaeridium albertense* (Pocock) Davey & Williams; *7* — *O. antophorum* (Cook. & Eisen.) Eisenack; *8—10* — *Veryhachium reductum* (Deunff) Jekhow.; *11, 12* — *Oligosphaeridium totum* Brideaux; *13* — *Pterospermopsis eurypterus* Eisenack (*1—13*, ×500).

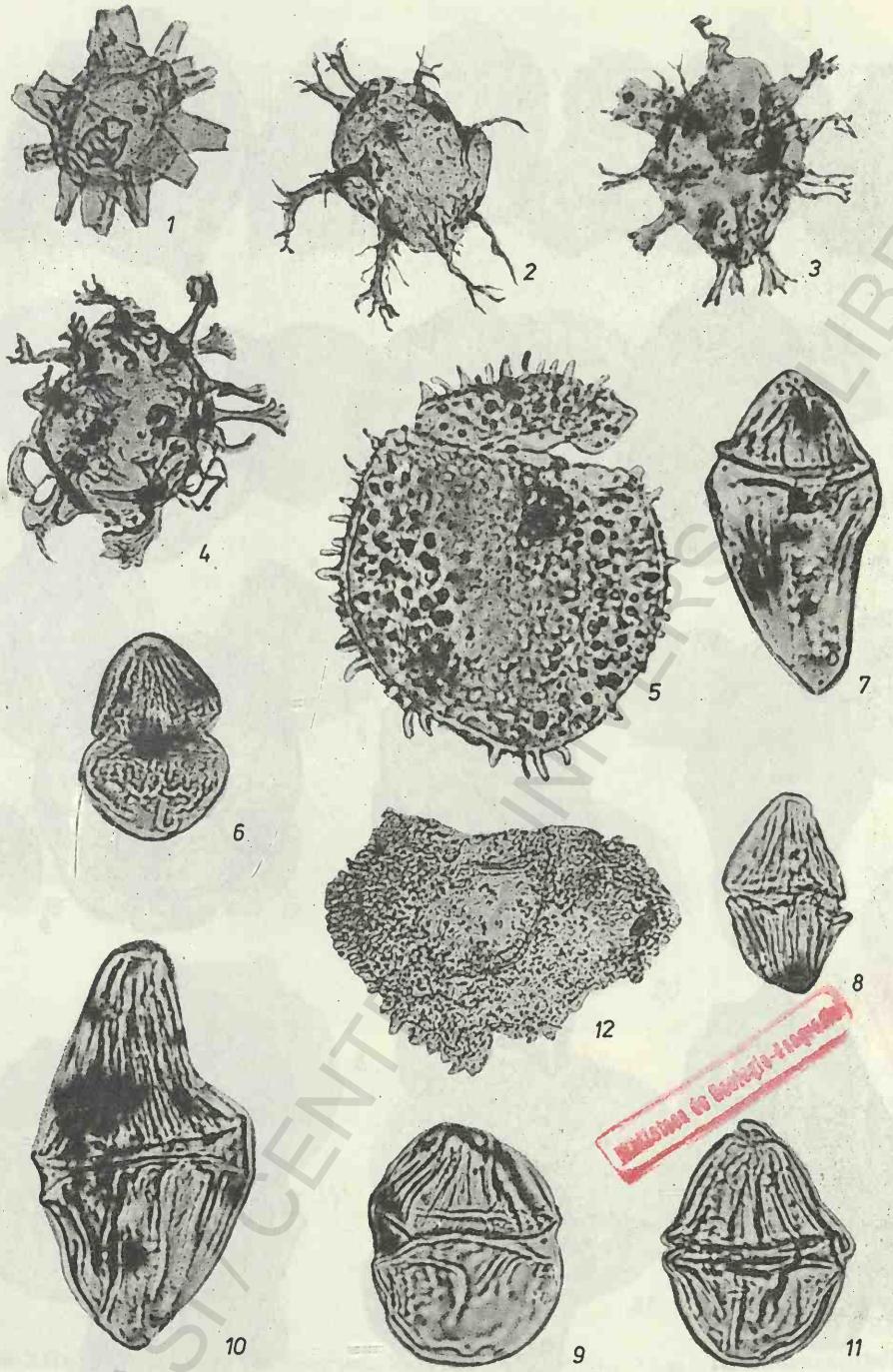


Foto XI — *1* — *Litosphaeridium siphoniphorum* (Cook. & Eisen.) Davey & Williams; *2* — *Oligosphaeridium pulcherrium* (Defl. & Cook.) Davey & Williams; *3, 4* — *Hystrichosphaeridium* sp.; *5* — *Cyclonephelium compactum* Defl. & Cook.; *6* — *Dinogymnium cretaceum* (Defl.) Evitt et al.; *7* — *D. sibiricum* (Vozzh.) Lentin & Williams; *8* — *D. albertii* Clarke & Verdier; *9, 11* — *D. deflandrei* Boltenhagen; *10* — *D. acuminatum* Evitt et al.; *12* — *Cyclonephelium vanophorum* Davey (*1—12*, ×500).

BOUKASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

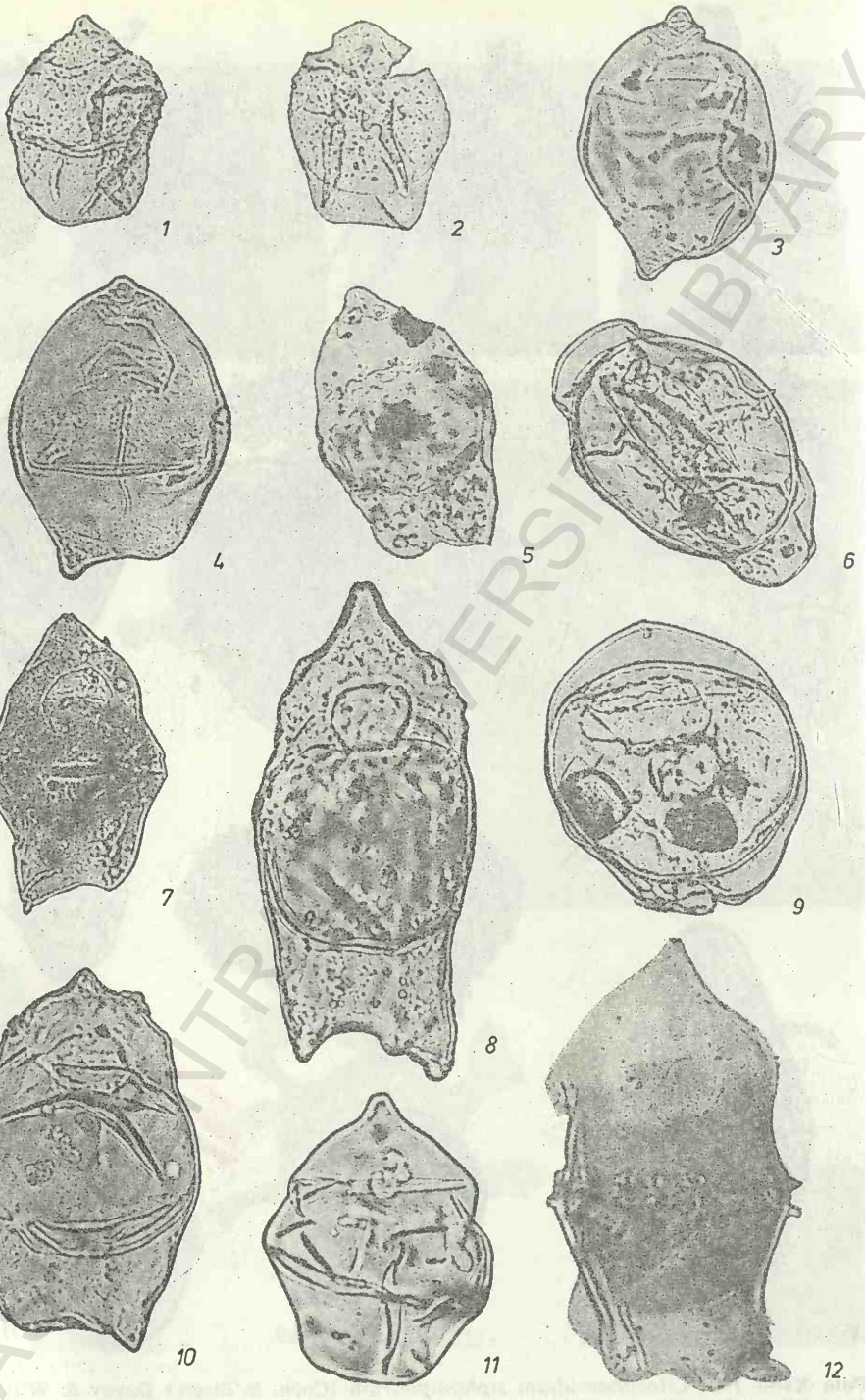


Foto XII — *1, 2* — *Ovoidinium verrucosum* (Cook. & Hughes) Davey; *3, 4* — *Deflandrea acuminata* Cook. & Eisen.; *5* — *D. backeri* Defl. & Cook.; *6* — *Hystrichosphaeridium difficile* Manum & Cook.; *7* — *Australiella victoriensis* (Cook. & Eisen.) Vozzh.; *8* — *A. tripartita* (Cook. & Eisen.) Vozzh.; *9* — *Deflandrea filipescui* Balteș; *10* — *Australiella cooksoni* (Alberti) Vozzh.; *11* — *Deflandrea ingrami* Cook. & Eisen.; *12* — *Chatangiella niiga* Vozzh., ×750 (*1—11*, ×500).

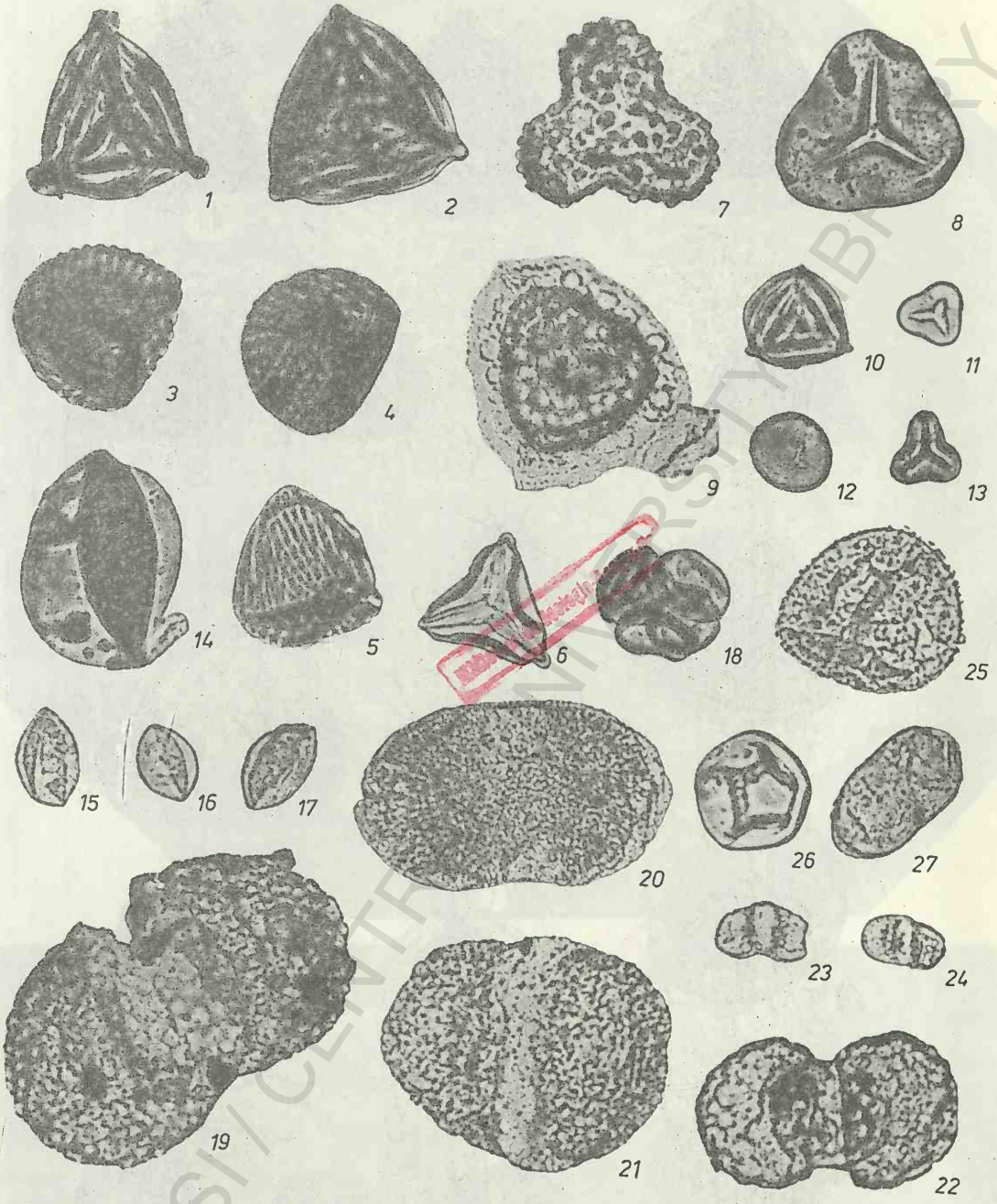


Foto XIII — *1* — *Appendicisporites concentricus* Kemp.; *2* — *A. crimensis* (Bolch.) Pocock; *3, 4* — *Cicatricosisporites dorogensis* Potonié & Gelle.; *5* — *C. proxiradiatus* Kemp.; *6* — *Clavifera triplex* (Bolch.) Bolch.; *7* — *Concavissimisporites verrucosus* Delcourt & Sprumont; *8* — *Cyathidites australis* Couper; *9* — *Couperisporites complexus* (Couper) Pocock; *10* — *Appendicisporites pschekensis* (Bolch.) Pocock; *11* — *Stereisporites antiquasporites* (Wils. & Web.) Dettmann; *12* — *S.* sp.; *13* — *Gleicheniidites* sp.; *14* — *Cycadopites carpanteri* (Delc. & Sproum.) Singh; *15—17* — *C. fragilis* Singh; *18, 27* — *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock & Jansonius; *19* — *Alisporites grandis* (Cook.) Dettmann; *20* — *Cedripites cretaceus* Pocock; *21* — *Alisporites bilateralis* Rouse; *22* — *Podocarpidites dettmanii* Kemp.; *23, 24* — *Vitreisporites pallidus* (Reis.) Potonié; *25* — *Osmundacidites welmanii* Couper; *26* — *Taurocosporites reductus* (Bolch.) Stover (*1—26*, ×500).

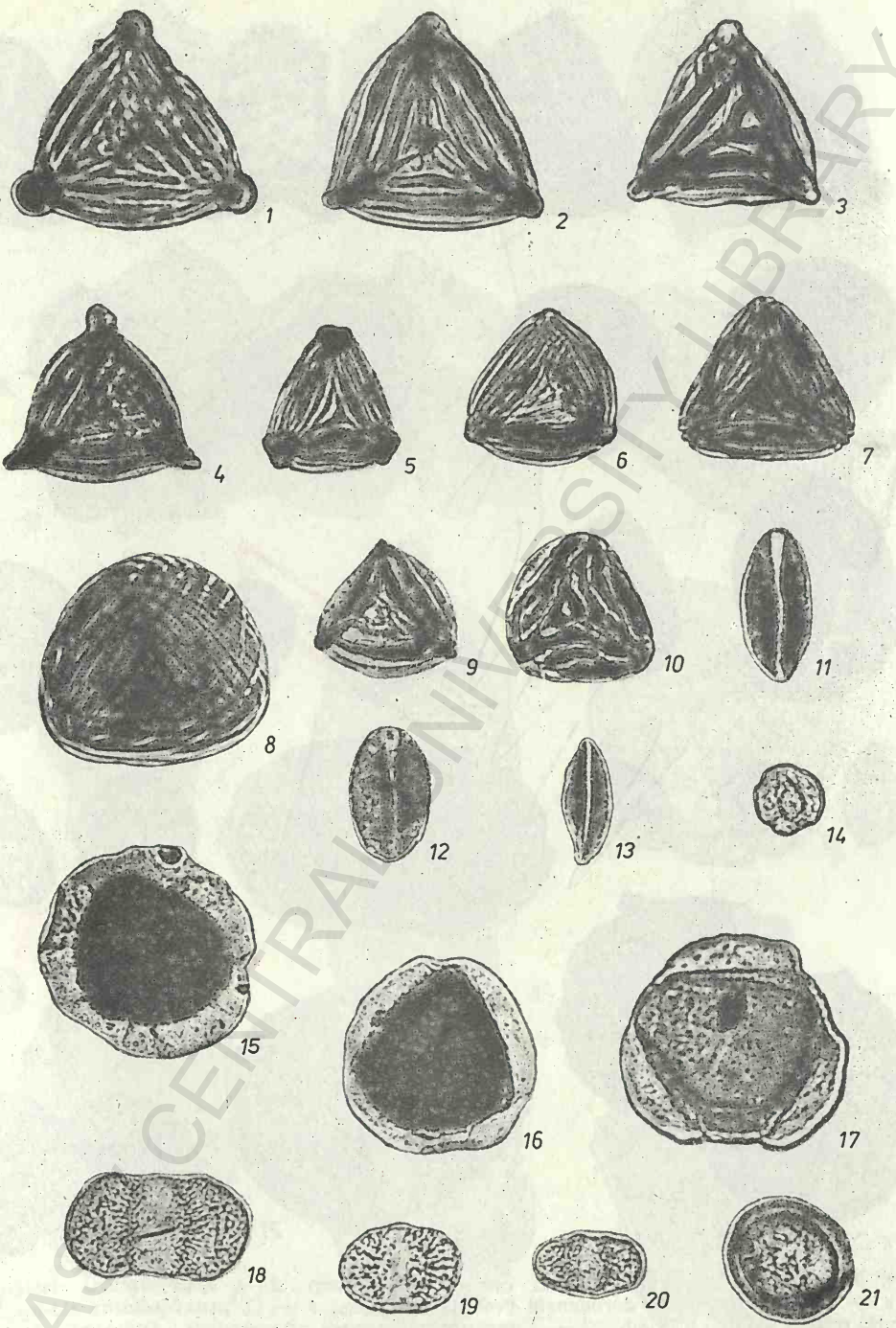
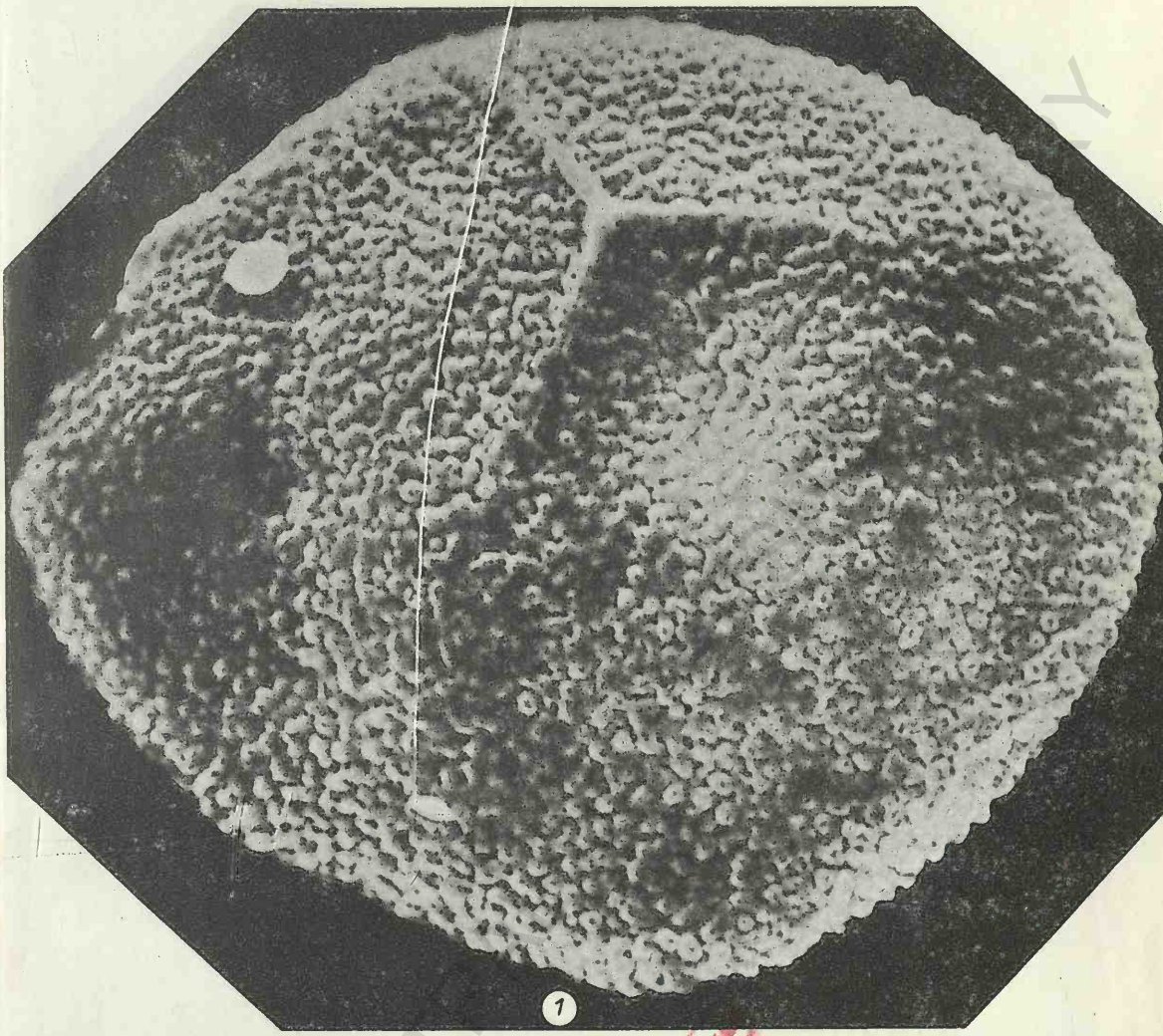
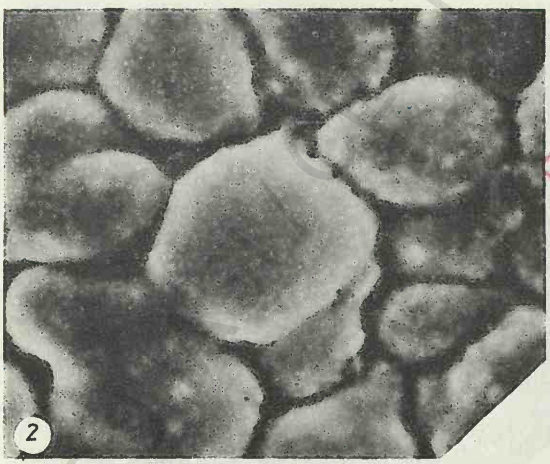


Foto XIV — *1* — *Appendicisporites grandis* Pocock; *2—4* — *A. stylosus* Deak.; *5* — *A. trichacanthus* (Mal.) Pocock; *6* — *A. crimensis* (Bolch.) Pocock; *7* — *Cicatricosisporites sewardi* Delcourt & Sprumont; *8* — *C. angicanalis* Döring; *9* — *Appendicisporites matesovai* (Bolch.) Norris; *10* — *Cicatricosisporites brevilaesuratus* Couper; *11, 12* — *Cycadopites fragilis* Singh; *13* — *C. elongatus* Baltes; *14* — *Sphaeripollenites psilatus* Couper; *15* — *Tsugaepollenites mesozoicus* Couper; *16, 17* — *T. trilobatus* (Blame) Dettmann; *18* — *Pinuspollenites minimus* (Couper) Kemp.; *19, 20* — *Vitreisporites pallidus* (Reis.) Nilson; *21* — *Classopollis torrosus* (Reis. Blame) (*1—21*, ×500).

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY





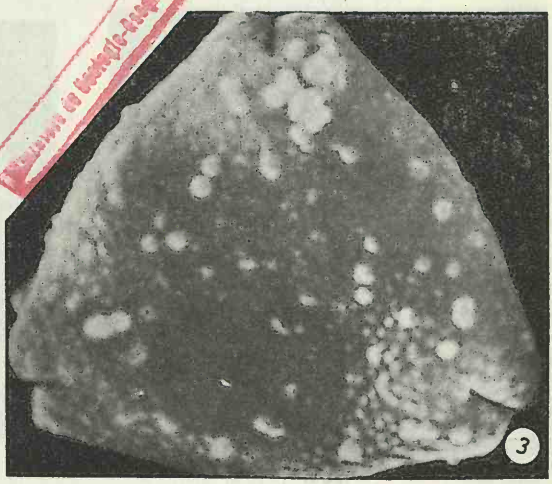
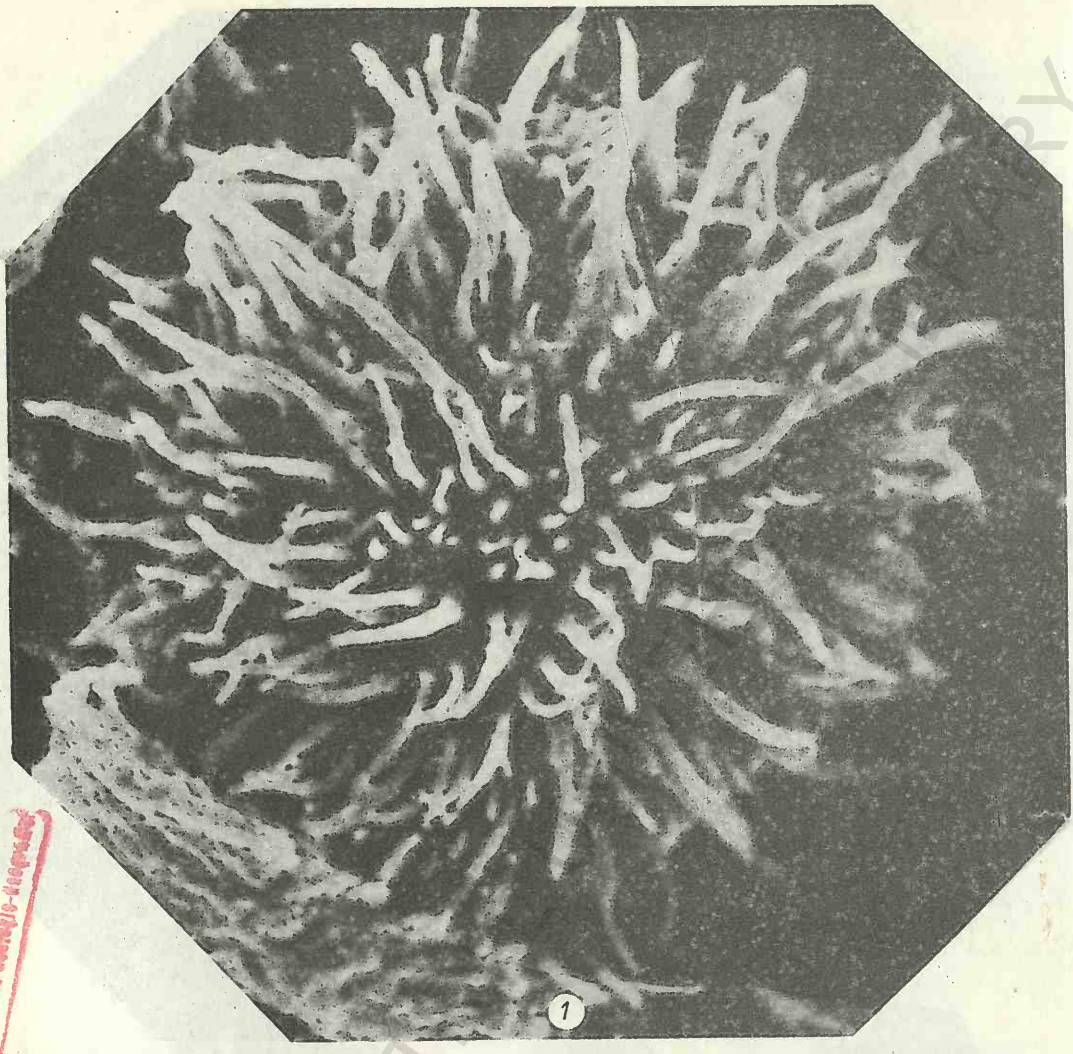
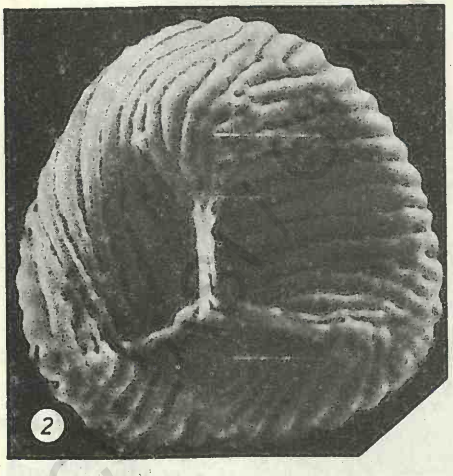


Foto XV — *1* — *Apiculatisporites inequigranulatus* Baltes, ×4 000; *2* — aceeași specie, detaliu de exină, ×30 000; *3* — *Oculopollis bacculotrudens* (Pflug) Zaklinskaia, ×2 500.





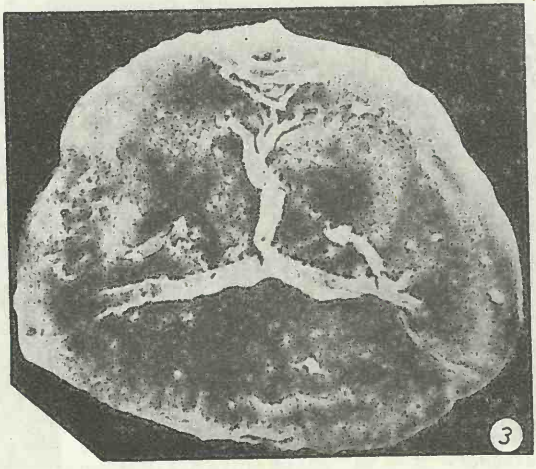


Foto XVI — *1* — *Pilosisporites trichopapillosus* (Thier.) Delcourt & Sprumont, ×3 000; *2* — *Cicatricosisporites sewardii* Delcourt & Sprumont, ×1 500; *3* — *Biretisporites spectabilis* Dettmann, ×1 500 (fotografii executate la stereoscan).

I. SCHEMA DE CORELARE PALINO - … CRETACICE DIN RO[M…]

CARPAŢII ORIENTALI — ZONA CRISTALINO-MEZOZOICĂ

Subdiviziuni cronostratigrafice (Cretacic)	Litofacies: Compartimentul Rarău-Hăghimaş	Compartimentul Perşani	Compartimentul Bucegi	Palinofacies
Senonian: Maastrichtian	Orbitoizi	(hatched)		
Campanian		Marne roşcate	Marne, gresii calc. roşc.	Date neconcludente
Santonian	Marne cenuşii			PC11" Horologinella apiculata şi Santonipollis gallicus
Coniacian		Gresii calcaroase	Marno-calcare Globotruncane	
Turonian sup.	Marno-calcare Inoceramus labiatus	Marne Inoceramus costellatus	Gresii calc. cu resturi de plante	PC10" Systematophora turonica şi Atlantopollis microreticularis
Turonian inf.	Gresii marnoase	Gresii marnoase ?		
Cenomanian sup.	Gresii, marne grezoase Conglomerate de Prislop	Gresia de Bogata	Gresii marnoase Gresii fosilifere (V. lui Ecle; Pd. Cheii) Pusozia subplanulata	Date neconcludente
Cenomanian inf.	Mantelliceras mantelli ?	Archaeolithothamnium	Stoliczkaia dispar Brecii Marne V. Dîmboviţei Mantelliceras mantelli Ostlingoceras pusozianum	PC8" Cribroperidinium intricatum şi Surculosphaeridium longifurcatum
Albian sup. (Vraconian)	(hatched)	? (hatched)		PC7" b Stephodinium eur. şi Staplinisp. caminus
Albian mad.	(hatched)	"Complexul flişoid" Conglomerate (V. Măeruş)	Conglomerate de Bucegi (Cgl. de Postăvaru)	(hatched); Date neconcludente; Date neconcludente
Albian inf.	Gresii glauconitice Argile roşii Marno-calcare sideritice	Gresii verzui Conglomerate		PC5"-PC6" Cribroperidinium muderongensis şi App. robust
Aptian sup.	Argile cenuşii	Calcare, gresii, marne "Wildfliş"		PC5" Prolixosph. deirense şi Pilosisporites verus; PC5" Trilobosporites apiverucatus
Aptian inf.	"Wildfliş"	Argile cenuşii Calcare recifale Orbitoline (Cuciulata)	Marno-calcare Orbitoline	PC3"-PC5" Endoscrinium campanula, Dingodinium cerviculum şi Appendicisporites stylosus
Barremian sup.	Gresii, marne	Gresii, marno-calcare (V. Cărbunarea Racoş, V. Carhaga, V. Racilor-Olt, V. Satului-Ormeniş)	Calcare cu pachyodonte Requienia	PC4" Muderongia staurota; PC4" Muderongia staurota
Barremian inf.	Conglomerate Brecii (V. Izvoru Alb)		Phylloceras tethys Barremites difficile (cul. Dîmboviţei)	
Hauterivian sup.	Gresia de Muncelu	Calcare grez. (V. Oltului) Crioceratites duv.	Marne, marno-calcare Crioceratites duvali Neolisoceras grassianum (D. Sasului)	PC3" Broomea longicornuta şi Lycospora cretacea
Hauterivian inf.	? (hatched)	(hatched)	Gresii, marno-calcare	
Valanginian sup.	(hatched)	(hatched)	(hatched)	PJC-PC1" Leptodinium arcuatum şi Broomea gochti
Valanginian inf.	(hatched)	(hatched)	Marno-calcare Lamelaptychus angulicostatus	
Berriasian	Strate de Lunca - cu Aptychus ↓ (V. Moldovei)	Argile, gresii, marne roşii (V. Carhaga) Punctaptychus punctatus	Marno-calcare, gresii Calpionellide (Poliţa)	

CARPAŢII ORIENTALI — FLIŞUL INTERN

Subdiviziuni	Litofacies: Unitatea Ceahlău	Unitatea Teleajen	Palinofacies
Maastrichtian	(hatched)	Marne vărgate Strate de Gura Beliei	PC12"-13" Oculopollis baculotrudens şi Hungaropollis Krutzschi
Campanian	(hatched)		
Santonian	(hatched)	Marne compacte roşii Marne cu echinizi	PC11" Horologinella apiculata şi Santonipollis gallicus
Coniacian	(hatched)	(hatched)	
Turonian sup.	(hatched)	Marno-calcare roşcate Strate de Valea Dobîrlăului (Talea-Lăicăi - V. Dîmboviţei)	Date neconcludente
Turonian inf.	(hatched)	Marne cenuşii şi roşii	PC10" Syst. tur; Atl. micr.
Cenomanian	(hatched)	Strate de Teliu (Lutu Roşu)	Date neconcludente
Albian sup.	(hatched)	Strate cu Aucelline	PC7" Cyclonephelium membraniphorum: b Canningiopsis denticulata; c Litosphaeridium siphoniphorum
Albian mad.	(hatched)	Gresia de Cotumba Gresii curbicorticale Marne grezoase Gresii cu interc. argiloase	PC6" Chlamidophorella nyei şi Cyclonephelium compactum: b1 Foveosporites canalis şi Tripartina variabilis
Albian inf.	Conglomerate de Ceahlău-Zăganu	Strate de Palanca	Date neconcl.; a1 Appendicisporites robustus şi A. tricornitatus
Aptian sup.	Gresii, marne grezoase Gresii slab curbicorticale Strate de Stînişoara (?)	Gresii, marno-calcare (V. Bistriţei, V. Bicazului, V. Trotuşului) ?	PC5" b Appendicisporites matesovai şi Circulina parva
Aptian inf.	(Zizin-Vama Buzăului)	(hatched)	PC4"-PC5" Dingodinium cerviculum şi Trilobosporites apiverucatum: b1 Pilosisporites trichopapillosus
Barremian	Calcare, marne, gresii Strate de Comarnic (V. Prahovei) (=Strate de Bistra, V. Suha-Gaineşti)	(hatched)	a1 Clavifera triplex; PC3"-PC4" Broomea longicornuta şi Muderongia staurota: b1 Cicatricosisporites sewardi
Hauterivian	Strate de Sinaia: Marno calcare (Zizin-Vama Buz.) "Orizontul grezos" Gresii conglomerate (V. Prahovei)	(hatched)	a1 Trilobosporites hannonicus; Date neconcludente
Valanginian	Strate de Sinaia: Marno-calcare "Orizontul pelitic" Marne, argile	(hatched)	PJC-PC2" Leptodinium arcuatum şi Broomea exigua: c1 Rouseisporites radiatus; b1 Densoisporites velatus
Berriasian	Argile, gresii (V. Prahovei)	(hatched)	a1 Lycopodiacidites cerniidites

CARPAŢII ORIENTALI — FLIŞUL EXTERN

Subdiviziuni	Litofacies: Unitatea Audia	Unitatea Tarcău	Unitatea Vrancea: Smf. Bistriţa	Smf. Vrancea	Palinofacies
Maastrichtian	(hatched) ?	Marno-calcare Strate cu inocerami (Strate de Hangu)	Str. de Horgazu Marno-calcare Strate cu inocerami	Marno-calc. Inocerami Strate de Lepşa	PC13" Oculopollis baculotrudens
Campanian	Argile cenuşii nisip.				PC12" Suemgipollis triangularis
Santonian	(V. Tomnatec)	Calcare grezoase	Brecii calc. Orbitoides	Calcare cu siliciferi	PC11" Horol. apiculata şi Santonipollis gallicus: b Piolencipollis piolencensis
Coniacian					a Lusatipollis extratriporoides
Turonian	Marno-calcare roşcate Rotalipore	Calcare Marno-calcare Marne, gresii	Strate de Cîrnu-Siclău Marne cen. şi roşii Inoc. labiatus Marno-calcare	Inocerami Marne roşii Strate de Tisaru	PC9"-PC10" Trigonopyxidia ginella, Systematophora turonica şi Atlantopollis reticulatus
Cenomanian sup.	Argile roşii şi verzi Brecii argiloase (sect. sudic)	Marno calcare Gresii calcaroase Argile roşii şi verzi	Gresii glauconitice Argile roşii şi verzi Radiolarite		
Cenomanian inf.	Cinerite, radiolarite	Gresii masive, marno-calcare			PC8" Cribroperidinium intricatum şi Surculosphaeridium microreticulatus
Albian sup.	Seria şisturilor negre	"Complexul gresiilor silicioase glauconitice"	(Oriz. calcaros cu accidente silicioase)		PC7" Cyclonephelium membraniphorum: b Canningiopsis denticulata
Albian mad.	Neohibolites minor N. minimus	Microconglomerate	Calcare cu accidente silicioase		a Litosphaeridium siphoniphorum
Albian inf.	Anahoplites mantelli (V. Dîmboviţei)	Argile, marne cenuşii "Complexul şistos"	Leymeriella tardefurcata		PC6" Chlamidophorella nyei şi Cyclonephelium compactum: c1 Deltoid. juncta; b1 Foveosporites canalis şi Tripartina variabilis; a1 Ap. rob.; Ap. tric.
Aptian sup.	Neohibolites aptiensis strombekiformis (V. Zagonul Mare)	Argile verzi gresii silicioase	(Orizontul şistos cu lidiene)		PC5" b Appendicisporites matesovai şi Circulina parva
Aptian inf.	Cheloniceras seminodosus	Argile şistoase cu lidiene			PC4"-PC5" Dingodinium cerviculum şi Trilobosporites apiverucatus: b1 Pilosisporites trichopapillosus
Barremian	Costidiscus recticostatus	Gresii calcaroase masive			a1 Clavifera triplex
Hauterivian sup.	Leopoldia castelanensis	"Complexul sfero-sideritic"	(Orizontul şistos calcaros)		PC1"-PC3" Broomea exigua, B. longicornuta şi Densoisporites velatus: c1 Lycospora cretacea
Hauterivian inf. / Valanginian sup.		Argile şistoase cu siderite			b1 Taurocusporites reductus
Valanginian inf.	Neocomites neocomiensis	Calcare breciifiate, microgresii argile şistoase			a1 Leptolepidites major şi Cyathidites minor
Berriasian					

CARPAŢII MERIDIONALI / MUNŢII APUSENI (Munţii Meta[liferi])

Subdiviziuni	Carpaţii Meridionali — Litofacies: Cp. Rusca Montană	Palinofacies	Munţii Apuseni — Litofacies: Compartimentul Deva - Trascău
Maastrichtian	Titanosaurus Cărbuni, gresii, argile Palmophyllum, Equisetites	PC13"-PP1a Trudopollis pertrudens şi Subtrudopollis subtrudens	Conglomerate, gresii, argile roşii Characee
Campanian / Santonian	Gresii, marne	Date neconcludente	Strate de Bozeş Inoceramus salisburgensis
Coniacian	Conglomerate, brecii ?		Gresii cuarţoase (V. Stăuini)
Turonian	(hatched)		Gresii calcaroase; Argile roşcate | Marne Str. de Geoagiu (V. Vinţului) | Gresii marne, Inoceram. labiatus
Cenomanian	(hatched)		Strate de Rîmeţi; Marno-calcare; Gresii calcaroase | Strate de Bobîlna Gresii; Parapusozia transylv.; Strate de Cherghes | Strate de Deva Marno-calc.; Srate de Fornădia; Marne grezoase cu brachiopode
Albian sup.	(hatched)		Conglomerate (V. Vinţului, V. Galdei-Rîmeţi) (V. Cherghes Nandru)
Albian mad.	(hatched)		Marno-calcare
Albian inf.	(hatched)		Argile; Strate de Ponor | Gresii, marno-cal[care]; Strate de Meteş
Aptian sup.	(hatched)		Gresii silicioase | Argile
Aptian inf.	(hatched)		Conglomerate mi[…] (V. Ighiel, P. Ţelina)
Barremian	(hatched)		Gresii, marno-calcare Conglomerate Argile gipsifere
Hauterivian	(hatched)		Strate de Feneş Argile violacee Gresii silicioase
Valanginian	(hatched)		Brecii vulcano-sedimentare | Calcare recifale; Strate cu Aptychus
Berriasian	(hatched)		(V. Ampoiţa, V. Ighiel, V. Galdei-Feneş, V. Dineş-Pojoga) ↓

– STRATIGRAFICĂ A DEPOZITELOR
OMÂNIA (N. BALTEȘ, 1977)

PUSENI DE (Staliteri s.l.)

FACIES

Compartimentul Bucium – Abrud

Gresii calcaroase
♁ Micraster coranguinum, Hemiaster
Marno-calcare
Calcare grezoase
♁ Hippurites gosaviensis (D.cu Melci-Vidra, Roșia Montana)
Conglomerate

Șisturi argiloase satinate
Strate de Valea Lăstișorului
Conglomerate de Negrileasa
Gresii calcaroase
Conglomerate (V.Stănija-Buceș)

Gresii calcaroase
Strate de P.Izvorului
Argile, marne-grezoase
♁ Hysteroceras orbignyi (V.Ampoiului, P.Abrudel)

Gresii, microconglomerate

calcare, argile vineții
Strate de Valea Dosului

♁ Ccllisoniceras murgeanui
microbrecii
♁ Orbitoline (V. Stănija-Buceș)

Calcarenite diagenizate, argile
Strate de Căbești
Grezo-calcare

Calcare grezoase
Strate de Crișu Alb
Marno-calcare
Gresii calcaroase
(P. Crișu Alb)

PALINOFACIES

Date neconcludente

PC_6^{m} Cleistosph. ancorif. și Tricolpites explanata

PC_6^{m} Cyclonephelium distinctum
C. membraniphorum și
Appendicisporites tricornitatus

Date neconcludente

PC_4^{m} Dingodinium cerviculum și Pilosisporites notensis

PC_2^{m}-3
Muderongia staurota
Broomea exigua și
Aequistriradites spinulosus

Date neconcludente

DEPRESIUNEA TRANSILVANIEI (în sonde)

LITOFACIES

nord-centru	sud	PALINOFACIES
? Marne argiloase cu resturi cărbunoase	? Marne grezoase	PC_{13}^{m} Australiella tipartita și Emscheripollis gracilis
Calcare dolomitice Marno calcare	Gresii fine calcaroase	PC_{12}^{m} Nelsoniella aceras și Suemgipollis triangularis
Conglomerate, calcare brune (Bunești, Puini, Zoreni, Mociu, Filitelnic)	(Eliseni, Grînari, Alămor)	PC_{10}^{m}-$_{11}^{m}$ Horologinella apiculata, Emscheripollis inflatus și Turonipollis turonis
	Marne grezoase	Date neconcludente
	Gresii dure	PC_{9}^{m}-$_{10}^{m}$ Systematophora tur. și Complexiopollis reclangul.
	Conglomerate cu elemente cristaline (Alămor)	b_1 Complexiopollis normis
	Gresii calcaroase glauconitice	a_1 Complexiopollis subtilis
	Conglomerate și aglomerate vulc. (Alămor, Petiș)	Date neconcludente
?		PC_{7-8}^{m} Cleistosphaeridium ancoriferum și Tricolpites explanata
Melafire hidrotermalizate (vîrsta absolută: 103 milani)		Date neconcludente
Microbrecii calcaroase cu elemente eruptive		
Bazalte-melafire (Miheșul de cîmpie, Ocna Mureș, Cenade)		
Calcare cenușii	Marne roșii, Calcare negricioase	PC_5^{m} Cribroperidinium orthoceras și Trilobosporites crassiangularis
♁ Orbitoline		
Calcare roz cu șișturi cristaline	Marne cu intercalații de diabaze și gabrouri	PC_4^{m} b Dingodinium cerviculum și Trilites tuberculiformis
Calcare fosilifere (Band)	Argile negre și roșii cu intercalații de jaspuri, Conglomerate (Birghiș, Salcău, Petiș, Ucea)	Date neconcludente

PLATFORMA MOESICĂ (în sonde)

LITOFACIES

vest	est	Dobrogea central-sud.	PALINOFACIES
♁ Belemnitella mucronata		♁ Spatangoides Cretă, marne cret.	PC_{13} Dinogymnium acuminatum: b Ceratiopsis diebeli; a Australiella cooksoniae
Calcare cretoase ♁ Picnodonta brogniarti	Calcare cretoase cu silexuri	♁ Belemnitella Gresii calcaroase ♁ Micraster, Conulus	PC_{12} Australiella tripartita
Marne roșietice			PC_{11} Horologinella apiculata și Chatangiella niiga
Calcare	Marne cretoase	Nisipuri, gresii ♁ Inoceramus lamarcki	
Marno-calcare ♁ Mammites nodosoides			PC_{10} Deflandrea glomerata și Turonipollis turonis
Marno-calcare	Calcare grezoase	Nisipuri ♁ Mantelliceras mantelli Microconglomerate	PC_9 Coronifera oceanica
♁ Schloembachia varians Marne negricioase	Marne cenusii nisipoase		PC_8 Cribroperidinium intricatum: b. Odontochitina costata; a. Hexagonifera chlamidata
♁ Stoliczkaia dispar Marne, marno-calcare, gresii glauconitice		Marne nisipoase	PC_7 Cyclonephelium distinctum: b. Stephodinium europeicum; a. Litosphaeridium siphoniphorum
♁ Hysteroceras varicosum Inoceramus concentricus		Marno-calcare grezoase	PC_6 Chlamidophorella nyei: b. Diconodinium glabrum; a. Cribroperidinium sepimentum
♁ Hoplites dentatus Gresii glauconitice, nisipuri glauc.		Grezo-calcare	
♁ Anahoplites planus Leymeriella tardefurcata		Nisipuri glauconitice	
Gresii calcaroase ♁ Orbitoline	Calcare cenușii	Gresii calcaroase	
Marno-calcare	Marno-calcare	Conglomerate	PC_5-PC_6 Cribroperidinium muderogensis
		Argile caolinoase roșii	PC_5 Prolixosphaeridium deirense: b. Murospora florida; a Pilosisporites grandis
	Marne grez. ♁ Deshayesites	Pietrișuri Nisipuri	
		Prundișuri, nisipuri	
♁ Barremites difficile Calcare	Calcare recifale cu pachiodonte	♁ Crioceras emerici ♁ Requienia, Exogyra Toucasia, Ostrea	PC_4 Dingodinium cerviculum: b Cassiculosphaeridia magna; a Apteodinium granulatum
		Calcare oolitice	
Calcare dure	Calcare grezoase		PC_3 Endoscrinium campanula
Calcare dolomitice	Gips-anhidrit masiv	Calcare marnoase	PC_2 Broomea exigua
	"Faciesul wealdian"		PC_1 Muderongia tetracantha: b. Cordosphaeridium eoinodes; a. Scriniodinium ceratophorum
♁ Lamellaptychus mortilleti Calcare fine cu intercalații peliculare de argilă	Dolomite	Calcare nodulare ♁ Valletia tombecki	
♁ Spiticeras spitense Ptychophylloceras ptychoicum	Calcare, calcare dolomitice		PJC

PLATFORMA MOLDOVENEASCĂ (în sonde)

LITOFACIES

nord centru	vest	PALINOFACIES
	? Calcare, nisipuri (Bacău)	PC_{13} Dinogymnium acuminatum
Calcare (Rădăuți, Suceava, G. Humorului, Tg. Neamț, Fălticeni, Pașcani, Iași, Roman, Bacău	Calcare cretoase (Rădăuți, Bacău)	PC_{12} Australiella tipartita
		PC_{11} Horologinella apiculata și Chatangiella niiga
Calcare cretoase cu concr. silicioase (Rădăuți, Suceava, Roman, Bacău)		
		PC_{10} ? Turonipollis turonis
♁ Arca paysana, Holaster laevis, Exogyra columba	Gresii nisipoase și nisipuri	PC_9 Coronifera oceanica și Tricolpites sagax
Calcare	Marno-calcare	PC_8 Cribroperidinium intricatum
Conglomerate, spongolite (Iași, Tg. Frumos)	Calcare fine cu silex (Darabani, Suceava, Roman)	
Marne grezoase, marno-calcare (Tg. Frumos)	Marno-calcare (Valea Seacă, Fălticeni)	PC_7 Cyclonephelium distinctum: b. Stephodinium europeicum; a. Litosphaeridium siphoniphorum
	? Marno-calcare	
Marno-calcare Gresii, calcare grezoase (Rădăuți, Bacău)		PC_6 Chlamidophorella nyei
Gresii calcaroase ♁ Orbitoline Calcare organogene Marne (Rădăuți, Suceava Pașcani, Bacău)	b. Murospora florida; a. Pilosisporites grandis	PC_5 Prolixosphaeridium deirense: b. Murospora florida; a Pilosisporites grandis

DEPRESIUNEA PREDOBROGEANĂ (Depres Bîrladului pro parte)

LITOFACIES (în sonde)	PALINOFACIES
Calcare cretoase (Vultureni, Bîrlad)	PC_{12} Australiella tipartita
?	?
Marno-calcare Calcare grezoase Calcare cu silex (V. Caprei, Jugani Oancea)	PC_8 Cribroperidinium intricatum
Marno-calcare Gresii calcaroase, nisip. (Glăvănești Bîrlad)	PC_7 Cyclonephelium distinctum; PC_6 Chlamidophorella nyei
?	?
Dolomite Calcare recifale Argile roșii Calcare >>> Gips	Gresii roșii Argilite ferugin. Gips<<<
Delta Dunării Calcare recifale ♁ Nerinea Natica Terebratula	PC_4b Cassiculosphaeridia magna și Appendicisporites stylosus
?	?

II. SCHEMA DE CORELARE PALINO – STRATIGRAFICĂ A DEPO

SUBDIVIZIUNI CRONOSTRATIGRAFICE | SERIE | ETAJ

DEPRESIUNEA PANONICĂ (INCLUSIV BAZINE INTRA-MONTANE DIN MUNȚII APUSENI)

LITOFACIES

- CHATTIAN
- RUPPELIAN
- LATORFIAN
- PRIABONIAN
- LUTEȚIAN
- CUISIAN
- SPARNACIAN THANETIAN
- DANO-MONTIAN

Argile, nisipuri argiloase
Gresii, argile grezoase
Marne, șisturi argiloase, gresii silicioase cu resturi de plante
Marne, gresii calcaroase
Argile șistoase verzui, marno-calcare

PALINOFACIES

$PP5'''$ Deflandrea phosphor. și Plicatopolilis plicatus
c. Alge de tip Pediastrum
b Deflandrea extensa
$PP3'''$ Wetzeliella clatratha și W. ovalis

BAZINUL TRANSILVANIEI

LITOFACIES

LĂPUȘ-ILEANDA	CLUJ-JIBOU	SUD
Gresii, marne grezoase	Gresii, argile, cărbuni	Nisipuri
Strate de Buzaș	Strate de Zimbor	Gresii, calcare bitum.
Gresii masive	Gresii albe Argile roșii	
Argile bitum.	Strate de Cetate	
Strate de Ileanda	Marno calcare Str. de Tic	
Strate de Bizușa	Argile roșii	
Calcare Str. de Ciocmani Argile	Calcare Str. de Mera Gresii	
Str. de Curtuius	Marne, argile Str. de Hoia Nisipuri calc.	
Calcare, Marno-calcare Argile Str. de Turbuta calcare	Marne cu Bryozoare ♁ N. fabiani Calcarul de Cluj Argile vârg. sup.	Calcare gresii ♁ N. fabiani Gresii glauc. Conglomerate
Gresia de Racoș Calcare Marne, calcare ♁ Moluște Gips Argile cenușii	Gips (Sup) Gresii calc. ♁ Num. perfor. Calcare gros. Marne argile ♁ Moluște Gips (Inf.) Argile roșii și verzi Pietrișuri și conglomerate Calcarul de Rona Argile vârg. inf.	Gresii, calcare ♁ Discocyclina Assiline ♁ Num. dist. min. Nisipuri gresii cu num. Argile nisip. vârgate Gresii, calcar cu numuliți ♁ N. planulatus

PALINOFACIES

$PP6'''$ Diatomee de apă dulce și Monocolpopollenites tranquilus

$PP5'''$ Deflandrea phosphoritica și Plicatopollis plicatus
- c. Alge de tip Pediastrum
- b. Deflandrea extensa
- a. Deflandrea leptodermata

$PP4'''$ Emmetrocysta urnaformis
- b. Rhombodinium coronatum
- a. Samlandia reticulifera

$PP3'''$ Wetzeliella clatratha și W. ovalis

$PP2'''$ Wetzeliella condylos și Extratriporopollenites audax vestifex

DEPRESIUNEA PETROȘANI

LITOFACIES

♁ Antracotherium
Marne, șisturi argiloase
Cărbuni (Strate)
♁ Laurus, Cinnamomum "Complexul Productiv"
Cărbuni (strate)
Marne și argile cu sferosiderite
Calcare
Gresii silicioase

Microconglomerate
Argile roșii
Calcare
Conglomerate "Complexul conglomeratelor roșii inf."

Calcare nisipoase
Argile roșii
Pietrișuri
Conglomerate cu elemente mari

PALINOFACIES

$PP5'$ Deflandrea phosphoritica și Wetzeliella articulata
d. Pterospermopsis barbarae și Symplocoipollenites stereoformis
c. Pentadinium laticinctum

$PP4'-PP3'-PP2'-PP5'$ Date neconcludente

FLIȘUL INTERN

LITOFACIES

Argile nisipoase
Gresii fine cenușii-verzui
Marne argiloase bituminoase
Șisturi argiloase cenușii și negre

Marne albicioase cenușii și verzi cu globigerine
Argile cenușii-roșcate
Strate de Sotrile
Argile cenușii verzi și violacee
Gresii calcaroase
Microconglomerate (Laicăi)
♁ N. planulatus

Argile vișinii
Gresii calcaroase în plăci
Microconglomerate
Marne roșii vârgate Strate de Gura Beliei

PALINOFACIES

$PP5'$ Deflandrea phosphoritica și Wetzeliella articulata

$PP4'$ Achomosphaera alcicornis și Wetzeliella clathrata fasciata

$PP3'$ Wetzeliella clatratha și W. solida

$PP2'$ Wetzeliella eocenica și W. coleothrypta

$PP1'$ Lingulodinium macherophorum și Wetzeliella hyperacantha

$PC-PP1$ Pterospermopsis danica și polen tip Normapolles

FLIȘUL L I T O F A

UNITATEA DE AUDIA

Gresii, argile grezoase
Str. de Plopu
Gresii cenușii
Marne grezoase

Gresii calcaroase cu intercalații argilo-marnoase
♁ N. perforatus
Gresia de Prisaca-Tomnatec
Gresia de Siriu
Gresii, argile verzi

UNITATEA DE TA

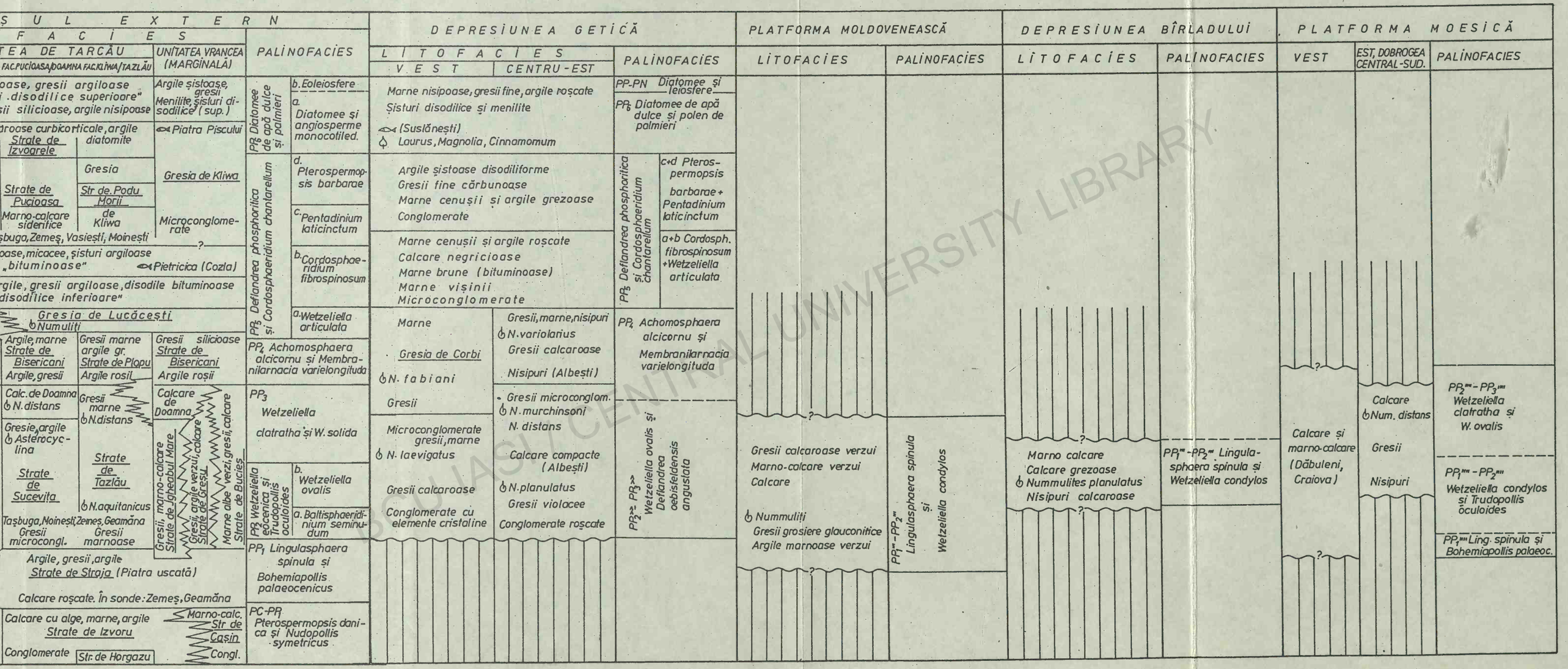
FAC. FUSARU/TARCĂU FAC. PUCIOASA/DOAMN

Argile șistoase, gresii „Sisturi disodilice
Menilite, gresii silicioase,
Gresii calcaroase curbicor
Str. de Vinețișu (Găinești) Strate de Izvoarele
Gresia de Fusaru Strate de Pucioasa
Marno-calcare siderifice
În sonde: Tașbuga, Zemeș, Vas
Gresii calcaroase, micacee, și
Marne albe „bituminoase
Menilite, argile, gresii ar
„Sisturi disodilice infe

Argile verzi Str. de Ardeluța Calcare gresii — Gresia ♁ Numuliti
Argile, gresii Strate de Podu Secu — Argile, marne Strate de Bisericani Argile, gresii
Gresii calcaroase cu intercal. marno-argil. — Calc. de Doamno ♁ N. distans
Gresia de Tarcău — Gresie, argile ♁ Asterocyclina Strate de Sucevița
în sonde: — Tașbuga, Moinești Za Gresii microcongl.
Argile, gres Strate de
Calcare roșca
Gresii, argile cenușii „verzi — Calcare cu alge, Strate
Microconglom. — Conglomerate

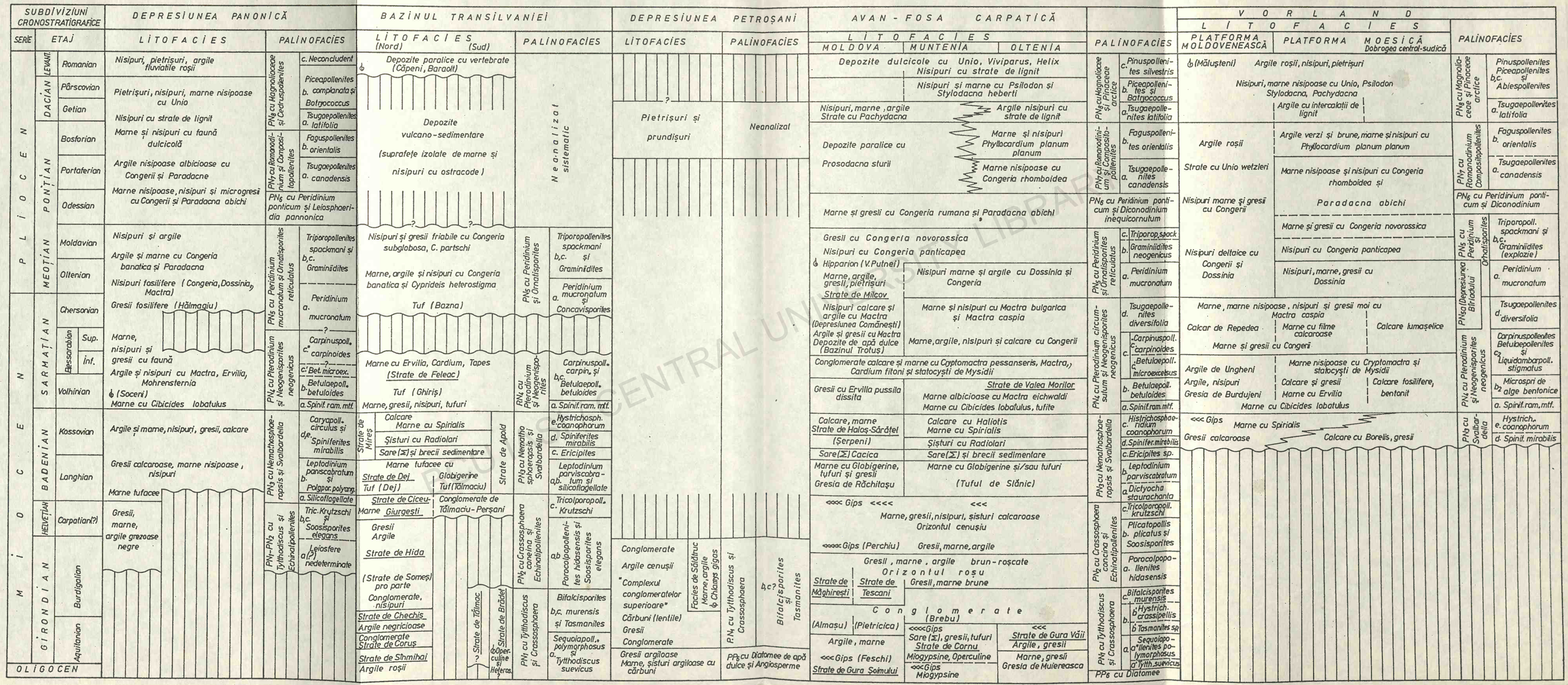
BCU IAȘI BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

DEPOZITELOR PALEOGENE DIN ROMÂNIA (N. BALTEŞ, 1977)



BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III. SCHEMA DE CORELARE PALINO-STRATIGRAFICĂ A DEPOZITELOR NEOGENE DIN ROMÂNIA ÎNVESTIGATE PENTRU HIDROCARBURI (N. BALTEŞ 1977)



BUCUREŞTI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI – 1980

Lei 21,80

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY